

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Отделение электронной инженерии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Сертификационные испытания электронной компонентной базы иностранного производства.

УДК 621.396.6-048.24:006.063

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM82	Молчанов Петр Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Солдатов А.И.	д.т.н.		

Томск – 2020 г.

Результаты обучения

Код	Результат обучения
P1	Использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры; понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи;
P2	Анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; определять цели, осуществлять постановку задач проектирования приборов наноэлектроники, схем и устройств различного функционального назначения с использованием современной элементной базы наноэлектроники, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ
P3	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.
P4	Осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение.
P5	Делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научно-технические отчеты, обзоры, рефераты, публикации по результатам выполненных исследований, доклады на научные конференции и семинары, научные публикации в центральных изданиях и заявки на изобретения
P6	Работать в качестве преподавателя в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров, разрабатывать учебно-методические материалы для студентов по отдельным видам учебных занятий
P7	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. использовать иностранный язык в профессиональной сфере, владеть способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности.
P8	Участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта

P9	Способность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы
P10	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов
P11	Обладать способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
P12	знать современные системы автоматизированного проектирования электронных схем
P13	Анализировать возможные схемные, конструктивные решения и эффективность их функционирования, работать с современными системами автоматизированного проектирования и системами электронного документооборота, использовать нормативные правовые акты, справочные материалы
P14	Проводить разработку, внедрение и вырабатывать рекомендации по технологическим процессам, программам выпуска изделий микроэлектроники; уметь разрабатывать функциональное описание, техническое задание, комплект конструкторской документации на создание микро и нано размерных электромеханических систем.
P15	Сопровождать работы по изготовлению механотронных и микро и нано размерных электромеханических систем, контролируя требования технического задания, разрабатывать маршрут изготовления микро и нано размерных электромеханических систем с сопровождением производственного цикла изготовления данных систем и проведением экспериментальных исследований по модернизации технологического маршрута их производства.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
Отделение школы Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. зав. кафедрой –
руководитель ОЭИ
П.Ф. Баранов

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(выпускной квалификационной работы бакалавра (специалиста), магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1AM82	Молчанову Петру Александровичу

Тема работы:

Сертификационные испытания электронной компонентной базы иностранного производства.	
Утверждена приказом директора ИШНКБ	№44-38/с от 13.02.2020 г.
Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(публикации в периодической печати, отчетность организации, самостоятельно собранный материал)</i>	Комплекс государственных военных стандартов в области испытаний и измерений параметров электронной продукции. Модель внешних воздействующих факторов на ЭКБ ИП. Перечень ЭКБ ИП подлежащей СИ. Техническая спецификация на ЭКБ ИП.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(соотносится с названием параграфов или задачами работы).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Исследовать комплекс государственных военных стандартов в области испытаний и измерений параметров электронной продукции.2. Ознакомиться с руководящими документами системы добровольной сертификации "Электронсерт" и «Федеральной системы сертификации ракетно-космической техники».3. Разработать в установленном порядке «Программу и методики сертификационных испытаний электронной

параграфов или задачами работы).	<p>космической техники».</p> <p>3. Разработать в установленном порядке «Программу и методики сертификационных испытаний электронной компонентной базы иностранного производства для комплектации аппаратуры с длительным сроком активного существования».</p> <p>4. Разработать и создать испытательную оснастку для проведения испытаний пленочных конденсаторов РМ907.</p> <p>5. Провести в соответствии с Программой и методикой сертификационные испытания пленочных конденсаторов РМ907.</p> <p>6. Обработать и анализировать полученные результаты испытаний. По результатам испытаний составить протокол испытаний.</p>
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
1.5 Состав и последовательность проведения сертификационных испытаний	
2.2.8 Испытание на безотказность	
2.2.9 Рентгеновский контроль	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1АМ82	Молчанов П.А.		

Реферат

Магистерская диссертация – 165 страниц, 30 рисунков, 45 таблицы, 40 формул, 39 использованных источников, 4 приложения.

Ключевые слова: сертификационные испытания, электронная компонентная база иностранного производства, внешние воздействующие факторы, программа и методика сертификационных испытаний.

Предметом исследования являются методы и методики проведения испытаний в соответствии с документацией по стандартизации. Требования стойкости электронной компонентной базы иностранного производства для комплектации аппаратуры с длительным сроком активного существования к внешним воздействующим факторам.

Цель работы – определение соответствия технических параметров и эксплуатационных характеристик ЭКБ ИП требованиям, установленным к аппаратуре с длительным САС.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- ознакомиться с руководящими документами «Федеральной системы сертификации ракетно-космической техники» и системы добровольной сертификации "Электронсерт";
- исследовать комплекс государственных, отраслевых и военных стандартов в области испытаний и измерений параметров ЭКБ;
- разработать в установленном порядке «Программу и методики сертификационных испытаний электронной компонентной базы иностранного производства для комплектации аппаратуры с длительным сроком активного существования»;
- разработать и создать испытательную оснастку для проведения испытаний пленочных конденсаторов РМ907;
- провести в соответствии с Программой и методикой сертификационные испытания пленочных конденсаторов РМ907;

– обработать и анализировать полученные результаты испытаний. По результатам испытаний оформить протокол испытаний.

В процессе работы проводилось изучение документов по стандартизации и сертификации, методов и методик испытаний и нормативно-технической документации на ЭКБ. Источники информации представлены в списке использованных источников.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применимы следующие нормативные ссылки:

Федеральный закон от 27.12.02 г. № 184-ФЗ "О техническом регулировании".

Постановление Правительства РФ от 4 апреля 2003г. №197.

ГОСТ РВ 20.57.413 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Контроль качества готовых изделий и правила приемки.

ГОСТ РВ 20.57.414-97 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы оценки соответствия требованиям к надежности.

ГОСТ РВ 20.57.416-98. Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы испытаний

ГОСТ РВ 0008-002-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции. Организация и порядок проведения.

ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда.

ГОСТ Р 51000.4 - 96 "Система аккредитации в Российской Федерации. Общие требования к аккредитации испытательных лабораторий".

ГОСТ Р 56649-2015. Техника ракетно-космическая. Электронная компонентная база иностранного производства.

ГОСТ Р 8.568-2017 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

ГОСТ 12.1.003 – 2014.ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.4.011-75 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Классификация

ГОСТ 28885-90 Конденсаторы. Методы измерений и испытаний.

ГОСТ 8.051-81 Государственная система обеспечения единства измерений.

ОСТ 11 073.013-2008 Микросхемы интегральные. Методы испытаний.

СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки

СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

СНиП 23.05-95. Естественное и искусственное освещение.

В данной работе применимы следующие термины с соответствующими определениями:

входной контроль (ВК): контроль продукции поставщика, поступивший к потребителю или к заказчику и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации продукции.

выборка: единицы продукции (наблюдаемые значения), отобранные из контролируемой партии или потока продукции для контроля и принятия решения о соответствии установленным требованиям.

дефект: каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

контролируемая партия изделий (партия): совокупность изделий одного типа (типономинала, типоразмера), изготовленных одним изготовителем за ограниченный период времени по одной конструкции и технологической документации и одновременно предъявляемых на приемку, при оценке качества которых принимают единое (общее) решение.

отказ: событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

партия: совокупность изделий ЭКБ ИП одного типа (типономинала), изготовленных одной фирмой в одно время и поставленных по одному и тому же документу.

программа и методика (ПМ): организационно-методический документ, обязательный к выполнению, устанавливающий объект и цели испытаний, виды, последовательность и объем проводимых экспериментов, порядок, условия, место и сроки проведения испытаний, обеспечение и отчетность по ним, а также ответственность за обеспечение и проведение испытаний.

рентгеноскопический контроль: метод радиационного неразрушающего контроля, основанный на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или записи этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое.

сертификационные испытания (СИ): контрольные испытания продукции, проводимые с целью установления характеристик ее свойств национальным и (или) международным нормативно-техническим документам.

электронная компонентная база (ЭКБ): совокупность электрорадиоизделий и электронных модулей.

ВВФ: внешние воздействующие факторы.

ДИ: дополнительные испытания.

ДНК: диагностический неразрушающий контроль.

ДС: документация по стандартизации.

ИЛ: испытательная лаборатория.

ИЦ: испытательный центр.

ИП: иностранное производство.

КА: космический аппарат.

ОИ: отбраковочные испытания.

ОП: отечественное производства.

ПКГ: параметры-критерии годности.

САС: срок активного существования.

Оглавление

Введение	14
1. Теоретическая часть. Основные положения сертификационных испытаний ЭКБ ИП.	15
1.1 Внешние воздействующие факторы космического пространства, оказывающие влияние на аппаратуру и ЭКБ.....	15
1.2 Классификация и виды испытаний.....	21
1.2.1 Элементы процесса испытаний.....	21
1.2.2 классификация в зависимости от стадии жизненного цикла	22
1.2.3 Классификация в зависимости от внешних факторов	22
1.3 Метрологическое обеспечение испытаний	23
1.3.1 Требования к средствам измерения и испытательному оборудованию.....	23
1.3.2 Метрологическое обеспечение испытаний продукции	24
1.4 Основные положения сертификационных испытаний.	24
1.4.1 Положения сертификационных испытаний.....	24
1.4.2 Основные требования проведения сертификационных испытаний	26
1.4.3 Качество и надежность	27
1.5 Состав и последовательность проведения сертификационных испытаний	29
1.6 Система менеджмента качества испытательной лаборатории.....	32
2. Практическая часть. Сертификационные испытания пленочных конденсаторов иностранного производства.....	34
2.1 Общие положения	34
2.1.1 Место проведения и цель испытаний	34
2.1.2 Общие условия обеспечения и проведения испытаний ЭКБ ИП	34
2.2 Сертификационные испытания пленочных конденсаторов ИП.	35
2.2.1 Конденсаторы серии РМ907.....	35
2.2.2 Проверка массы, габаритных, установочных и присоединительных размеров и идентификация продукции	35
2.2.3 Испытание на воздействие гармонической вибрации (синусоидальной).....	36
2.2.4 Испытание на ударную прочность при воздействии механических ударов	41
2.2.5 Испытание на воздействие пониженной температуры среды.....	45
2.2.6 Испытание на воздействие изменения температуры	48
2.2.7 Испытание на воздействие пониженного атмосферного давления	54
2.2.8 Испытание на безотказность	58
2.2.9 Рентгеновский контроль	62
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	69
3.1 Предпроектный анализ	69
3.1.1 Потенциальные потребители результатов испытаний.....	69
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	70
3.1.3. SWOT-анализ	71
3.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации	73
3.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	75

3.2 Инициация проекта	75
3.2.1 Инициация проекта в испытательном центре	75
3.2.2 Ограничения и допущения проекта	76
3.3 Планирование управления научно-техническим проектом	77
3.3.1 План проекта	77
3.3.2 Бюджет научного исследования	78
3.3.3 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	79
3.3.4 Основная заработная плата	79
3.3.5 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	81
3.3.6 Накладные расходы	82
3.3.7 Отчисления на социальные нужды	82
3.3.8 Организационная структура проекта	83
3.3.9 План управления коммуникациями проекта	83
3.3.10 Реестр рисков проекта	84
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	84
3.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования	84
3.4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования	90
4 Социальная ответственность	96
4.1 Производственная безопасность	96
4.2 Анализ вредных факторов при проведении сертификационных испытаний	97
4.2.1 Недостаточная освещённость	97
4.2.2 Микроклимат рабочего помещения в испытательной лаборатории	97
4.2.3 Превышение уровня шума	98
4.2.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения	99
4.2.5 Повышенная концентрация токсикантов в воздухе	100
4.3 Анализ опасных факторов при проведении сертификационных испытаний	102
4.3.1 Электробезопасность	102
4.3.2 Пожарная безопасность	108
4.4 Экологическая безопасность	109
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	111
4.5.1 Природный источник чрезвычайной ситуации	111
4.5.2 Техногенный источник чрезвычайной ситуации	112
4.6 Специальные правовые нормы трудового законодательства	112
Заключение	114
Список использованных источников	116
Приложение А ЕИЖА 1АМ82.012.001 ПМ Программа и методики сертификационных испытаний электронной компонентной базы иностранного производства для комплектации аппаратуры с длительным сроком активного существования	120
Приложение Б Протокол проведения сертификационных испытаний	146
Приложение В Техническая спецификация на пленочные конденсаторы серии РМ907 ф. Eurofarad	151
Приложение Г Certification tests of foreign-made electronic components	152

Введение

Конституция Российской Федерации гарантирует свободное перемещение товаров и единство экономического пространства. Поэтому цели обязательного подтверждения соответствия определенным образом коррелируют с положениями конституции. Необходимо учитывать, что обязательное подтверждение соответствия продукции требованиям технических регламентов является определенным барьером для обеспечения свободного движения товаров ИП по территории страны. Таким образом, основная задача законодателя обеспечить баланс интересов свободной торговли, с одной стороны, и общества – с другой стороны, в части защиты жизни, здоровья и имущества граждан, охраны окружающей среды.

Согласно Федеральному закону "О техническом регулировании", основными элементами технического регулирования являются технические регламенты, стандарты, процедуры подтверждения соответствия, аккредитация, контроль и надзор. Эти элементы, которые существовали и ранее, потребовали существенной доработки, так как не соответствовали новым общественно-экономическим реалиям, а также создавали необоснованные и избыточные барьеры в торговле. Все перечисленное привело к конфликту интересов внутри системы и, следовательно, к нарушению объективности результатов сертификации, аккредитации и т.д. со вступлением в силу Федерального закона "О техническом регулировании", прекратили свое действие законы РФ "О сертификации продукции и услуг" и "О стандартизации". [1]

Актуальной в настоящее время задачей в области оценки соответствия является задача оценки соответствия изделий электронной компонентной базы иностранного производства для применения в военной и ракетно-космической технике. ЭКБ ИП имеет ограниченное применение в системах, комплексах и образцах военной техники и допускается для установки в аппаратуру только по результатам сертификационных испытаний.

1. Теоретическая часть. Основные положения сертификационных испытаний ЭКБ ИП.

1.1 Внешние воздействующие факторы космического пространства, оказывающие влияние на аппаратуру и ЭКБ.

Механические нагрузки воздействуют на КА при наземном транспортировании, в процессе проведения такелажных работ, на участке выведения и на орбите функционирования во время работы двигательной установки КА.

Различают следующие типы механических нагрузок:

- квазистатические;
- акустические;
- вибрационные;
- виброимпульсные (ударные).

Уровень воздействия квазистатических нагрузок зависит от этапа эксплуатации космического аппарата и направления действия этих нагрузок. Их максимальные значения возникают на участке выведения космического аппарата на орбиту и достигают 15 g (продольные) и 6 g (поперечные). Приборы с малыми массогабаритными размерами и оборудование космического аппарата проектируются на устойчивость к максимальным нагрузкам 15 g, так как на начальном этапе проектирования достоверно неизвестно место их размещения и ориентация относительно осей КА. Однако для крупногабаритного оборудования КА учет различия нагрузок по направлениям при его разработке позволяет снизить массу силовых элементов конструкции.

Акустические нагрузки (шумы) генерируются головным обтекателем ракетносителя на атмосферном участке ее полета и воздействуют на КА, вызывая его реакцию в виде случайной вибрации крупногабаритного оборудования КА (солнечных батарей, антенн и т. д.), являющегося

акустически чувствительным и требующего наземной обработки на воздействие шумов. Величина этих акустических нагрузок задается в виде звукового давления 2×10^{-5} Па и зависит от частоты, лежащей в диапазоне от 123 до 141 дБ. Как источник случайной вибрации акустические нагрузки характеризуются спектральной плотностью мощности виброускорений, значения которого находятся в диапазоне от 0,2 до 2,0 $g^2/Гц$.

Вибрационные нагрузки (гармоническая вибрация) воздействуют на КА через стык с ракетно-космическим носителем и генерируются в процессе работы ракетных двигателей. Уровень вибрационных нагрузок и продолжительность их действия характеризуется монотонно возрастающей функцией и зависит от вибрационной частоты. Эта функция зависит от типа ракетно-космического носителя, а ее значения лежат в интервале от 1 до 12 g для диапазона частот от 5 до 2 500 Гц. Величина вибрационных нагрузок на оборудование КА зависит от их массы, места размещения на КА и жесткости силовой конструкции.

Для устранения резонансных взаимодействий между конструкцией КА и его оборудованием осуществляется разнесение собственных частот КА (ниже 25 Гц) и собственных частот приборов (выше 40 Гц) путем их соответствующего конструктивного исполнения. В некоторых случаях для ослабления воздействия механических нагрузок и ухода от резонансных частот оборудование устанавливается на амортизаторы.

Виброимпульсные (ударные) нагрузки возникают при транспортировании КА и на участке выведения при разделении ступеней ракетно-космического носителя, а также при отделении КА и раскрытии его механических узлов. Воздействие ударных нагрузок на КА локализовано вблизи источника их возникновения из-за гашения в конструкции, поэтому чувствительные к ударам приборы должны располагаться на безопасном расстоянии от этого источника. Виброимпульсное воздействие характеризуется ударным спектром ускорений, значения которых изменяются

в зависимости от расстояния от источника ударных воздействий и находятся в диапазоне от 100 до 5 000 g.

Стойкость КА, его приборов и ЭКБ к воздействию механических нагрузок обеспечивается их конструктивным исполнением, выбранным по результатам расчетов с учетом коэффициентов безопасности (от 1,25 до 2,25), подтверждается наземными механическими испытаниями габаритно-весовых макетов приборов и статико-динамическими испытаниями габаритно-весового макета КА.

Воздействие невесомости и вакуума. Раньше использовались герметичные платформы - это запаянная платформа, в которую помещается аппаратура, в которую закачивается инертный газ (азот). азота с примесью кислорода (от 2 до 5 %). Современные аппараты делаются по принципу негерметичной платформы.

В невесомости отсутствует конвективный теплообмен. Отсутствие конвенции при теплопередачи, что приводит к необходимости разработки специальных мер для поддержания заданного температурного режима (тепловые трубы, сотапанели, отвод тепла на металлические элементы корпусов блоков; теплонагреватели, большое количество датчиков температур).

Разрушение конструкции ЭКБ из-за выноса газа. Воздействие невесомости и вакуума способны к "поглощению" газов и паров, которые выделяются с космического аппарата и в открытом космосе. Некоторые материалы, являются неоднородными, и в них сохраняется газ атмосферы Земли.

Неорганические материалы, например, керамика, имеют низкие значения испаряемости материала, поэтому ЭКБ в керамическом корпусе также пригодны для использования на просторах космоса.

Для препятствия к возникновению различного рода электрических пробоев в силовой электронике, создается вакуумная изоляция. Однако процессы массопотерь изолирующих слоев электрических плат, когда по

цепям передаются высоковольтные сигналы, могут вызвать появление электрических пробоев. [2]

Корпускулярное излучение (воздействие специальных факторов) это воздействие заряженных частиц высокой энергии (ядер атомов химических элементов, электронов и протонов). Причиной корпускулярных излучений в околоземном пространстве являются солнечный ветер, солнечное и галактическое космическое излучение, радиационные пояса Земли. [3]

Радиационные пояса Земли формируются магнитным полем (Рисунок 1). Форма геомагнитного поля – тороидальная с провалами на северном и южном магнитных полюсах. Под воздействием солнечного ветра внешняя магнитосфера деформируется и принимает форму параболоида вращения, ось которого направлена на Солнце. В спокойных условиях дневная граница внешней магнитосферы располагается на расстоянии от центра Земли до 70 тыс. км, а ночная граница удалена до 7 млн. км.

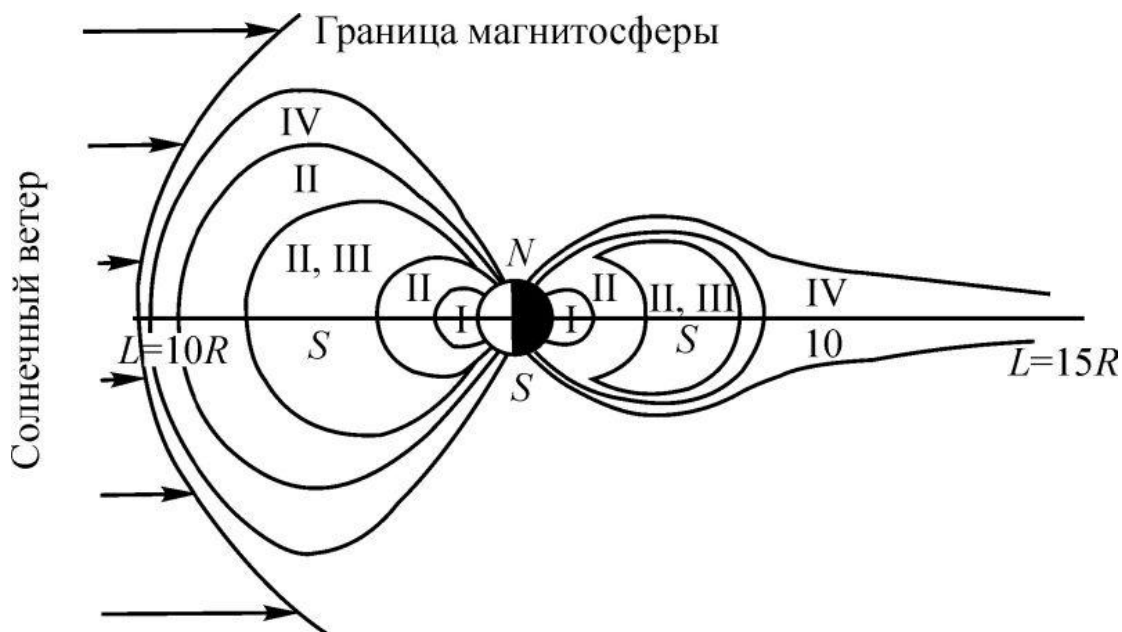


Рисунок 1 – Структура радиационных поясов Земли

I – внутренний радиационный пояс (30 МэВ); II – пояс протонов малых энергий (100 кэВ);
III – внешний радиационный пояс (150 кэВ); IV – зона перехода к межпланетному пространству (40 МэВ).

Размеры области внешнего пояса радиации и переходной зоны к межпланетному пространству зависят от времени суток и активности солнца.

Внутренние пояса радиации практически не изменяется от уровня солнечной и магнитной активности. [3]

Воздействие корпускулярного излучения вызывает объемную ионизацию вещества, что приводит к ухудшению характеристик радиоэлектронной аппаратуры, снижает мощность солнечных батарей и изменяет оптические свойства поверхностей КА.

Основной способ обеспечения стойкости КА к воздействию корпускулярного излучения (радиационной стойкости) заключается в выборе радиационно-стойкой электронной компонентной базы, компоновке менее радиационно-стойких приборов внутри приборного отсека и организации защитных экранов. Расчет поглощенных доз от корпускулярного излучения проводится с учетом используемой орбиты, длительности функционирования КА и параметров защитного экрана. [3]

Характеристики защитного экрана зависят от места установки прибора на КА:

- для прибора, размещенного вне приборного отсека на некотором удалении от него, учитывается защита только стенок корпуса прибора;
- для прибора, расположенного на приборном отсеке, дополнительно учитывается односторонняя защита корпуса приборного отсека;
- для прибора, находящегося внутри приборного отсека, принимается всесторонняя (сферическая) защита корпуса.

На околоземных орбитах величина ежегодной дозы радиации, получаемой ЭКБ, экранированными корпусом прибора ($0,5 \text{ г/см}^2$), в зависимости от типа орбиты составляет от 10^4 до 10^5 рад/год. Доза радиации характеризует отношение энергии падающего потока к массе вещества и измеряется в радах ($1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Дж/кг}$).

Стойкость аппаратуры к воздействию суммарной поглощенной дозы радиации подтверждается расчетом при коэффициенте запаса, равном от 1,5 до 3,0, или наземными испытаниями при коэффициенте запаса менее установленного.

В взаимодействие заряженных частиц и солнечного излучения со спутником приводит к накоплению на его поверхности электрического заряда, т. е. к электризации поверхности КА. Знак и величина этого заряда зависят от соотношения интенсивностей процессов притока и стока электрических зарядов, а также от электрофизических характеристик материалов, применяемых в конструкции КА.

Физическая природа электризации поверхности заключается в следующем. Ток на поверхности зависит от концентрации частиц, их заряда и скорости. И даже в случае квазинейтральной плазмы, у которой концентрация электронов и ионов примерно одинакова вследствие того, что скорость электронов намного больше скорости ионов, всегда создаются условия для электризации поверхности. Этим объясняется наличие на поверхности КА преимущественно отрицательного потенциала.

Сам по себе факт зарядки внешней поверхности КА до высоких отрицательных потенциалов не влияет на работу бортовых систем. Воздействие на работоспособность бортовой радиоэлектронной аппаратуры оказывает лишь поверхностная и объемная неоднородность электрического заряда, которая способствует появлению электростатических разрядов. При этом создаются электромагнитные помехи, индуцируемые в различных частях КА, которые приводят к срабатыванию переключающих схем и другим нежелательным последствиям и даже к катастрофическим отказам в работе бортовой радиоэлектронной аппаратуры и систем. Кроме того, под воздействием электрических разрядов происходит разрушение защитных диэлектрических материалов и загрязнение внешних поверхностей, что также снижает надежность функционирования КА.

В процессе летных испытаний КА при изучении влияния на него заряженных частиц было неоднократно зафиксировано отрицательное напряжение между конструкцией КА и окружающей плазмой величиной до нескольких киловольт, а во время геомагнитных бурь наблюдалась энергия в разрядном импульсе до 0,2 Дж и разряды частотой до 10 Гц.

Летные испытания подтверждают необходимость реализации на КА мероприятий по защите от электризации поверхностей. Так, использование токопроводящих покрытий, наносимых на все внешние поверхности КА, позволяет уменьшить разность потенциалов между отдельными фрагментами внешней поверхности КА (солнечными батареями, антеннами) и, как следствие, исключить появление разрядов. Соединение всех элементов конструкции в единую электрическую цепь за счет заземления и экранирование бортовой кабельной сети также снижает вероятность появления разрядов.

Контроль качества реализации мероприятий по защите КА от электризации подтверждается наземными испытаниями материалов и аппаратуры путем воздействия на них электростатических разрядов. [4]

1.2 Классификация и виды испытаний

1.2.1 Элементы процесса испытаний

объект испытания — подвергающийся определенным операциям (измерения, диагностика и т.д.) для установления или контроля каких-либо характеристик (техническая пригодность, надежность и т.д.) объект (например, проходящая испытания продукция);

условия испытания — совокупность реальных или моделируемых воздействующих факторов, режимов функционирования объекта при испытаниях;

средства испытаний — технические устройства (оборудование, средства измерений и т.д.), необходимые для проведения испытаний;

исполнители испытаний — квалифицированный персонал, участвующий в процессе испытаний.

результат испытаний — оценка соответствия установленным нормам и требованиям, результаты анализа качества функционирования, оценка характеристик свойств объекта. [5]

1.2.2 классификация в зависимости от стадии жизненного цикла

- исследовательские — могут проводиться на любом этапе, обычно проводятся на этапе исследования;
- доводочные — проводятся на стадии научно-исследовательской работы для оценки влияния вносимых в техническую документацию изменений;
- приемочные — проводятся для определения целесообразности и возможности постановки продукции на производство;
- квалификационные — проводятся в случае, если изготовители опытных образцов и серийной продукции разные или если предприятие планирует выпуск продукции по лицензии стороннего предприятия, для оценки возможности предприятия к серийному производству;
- приемо-сдаточные — проводятся выборочно для оценки пригодности продукции к поставке или использованию;
- периодические испытания проводятся для контроля качества и подтверждения возможности продолжения изготовления изделий по действующим технологиям и методам;
- контрольные (инспекционные) — проводятся для контроля качества объекта;
- сертификационные — проводятся для определения соответствия продукции установленным нормативным требованиям и ВВФ. [5]

1.2.3 Классификация в зависимости от внешних факторов

- механические испытания проводят с целью проверки способности ЭКБ противостоять разрушающему действию механических нагрузок;
- климатические испытания проводят с целью проверки способности ЭКБ противостоять определенным климатическим воздействиям;
- радиационные испытания проводят с целью проверки способности ЭКБ противостоять специальным видам (радиационным) воздействий. [5]

1.3 Метрологическое обеспечение испытаний

1.3.1 Требования к средствам измерения и испытательному оборудованию

Используемые средства измерения и испытательное оборудование должны соответствовать эксплуатационной документации (техническому описанию, инструкции по эксплуатации, формуляру или паспорту) на них. Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ РВ 0008-002-2013 или ГОСТ Р 8.568-97, а средства измерения должны быть поверены в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга РФ от 2 июля 2015г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Испытательное оборудование и средства измерения должны обеспечивать выполнение требований к методам испытаний и измерений ПКГ ЭКБ ИП, установленных в методиках испытаний или в стандартах, регламентирующих методы испытаний или измерений:

- обеспечивать формирование электрических режимов и позволять контролировать на выводах ЭКБ ИП электрические параметры и проведение функционального контроля, указанные в методиках испытаний, в пределах установленных погрешностей;

- иметь устройства, исключающие выход ЭКБ ИП из строя при измерениях и испытаниях, влияние подключения проверяемых ЭКБ ИП к источнику питания, появление наводок и помех от сети.

При испытаниях кабельные соединения и отдельно выполненные устройства не должны приводить к изменению заданного режима измерения или испытания и влиять на значение измеряемого параметра. При невозможности компенсации погрешности измеряемого параметра, вносимой съемными соединительными устройствами испытательного стенда, значения и методику определения и учета данной погрешности приводят в эксплуатационной документации на испытательный стенд. Конструкция

контактирующих устройств должна обеспечивать надежность электрического контакта, исключать возможность электрического и механического повреждения испытуемой ЭКБ ИП, а также не вносить погрешности при задании режима испытаний или измерения ПКГ. В необходимых случаях в инструкции по эксплуатации должна быть включена методика учета и компенсирования погрешностей. [6]

1.3.2 Метрологическое обеспечение испытаний продукции

- наличие зарегистрированных в Госреестре необходимых средств измерений и испытательного оборудования, которые соответствуют требованиям нормативных документов;

- использование аттестованных методик выполнения измерений;

- наличие протоколов первичной и периодической аттестации испытательного оборудования, графиков их проведения;

- удовлетворительное состояние средств измерений и испытательного оборудования, наличие и соблюдение графиков их поверки и аттестации;

- наличие и достаточность средств измерений, представленных для проведения периодической аттестации испытательного оборудования.

Средства аттестации и поверки, поверенные средства измерений и аттестованное испытательное оборудование является основой технического обеспечения единства испытаний. [7]

1.4 Основные положения сертификационных испытаний.

1.4.1 Положения сертификационных испытаний

Сертификационные испытания — система мероприятий, направленная на подтверждение соответствия изделия требованиям безопасности и подтверждения соответствия его характеристик заявленным производителем. Только после положительных результатов сертификационных испытаний есть возможно получить необходимый сертификат соответствия. Испытательные центры (лаборатории), имеющие государственную аккредитацию на независимость и техническую компетентность проводят сертификационные

испытания. Сертификационные испытания проводятся на оборудовании и территории производителя или заказчика, если была проведена предварительная аттестация испытательного оборудования, должен присутствовать эксперт по сертификации при испытаниях для обеспечения их объективности. Основанием для выдачи сертификата соответствия служит протокол СИ, который является официальным документом и содержит результаты испытаний заявленной ЭКБ. В соответствии с ПМ СИ, согласованной с органом по сертификации, проводятся сертификационные испытания. ПМ СИ разрабатывается испытательным центром (лабораторией). Оценить соответствие безопасности требованиям нормативных документов и функциональных показателей, условиям эксплуатации, устойчивости к ВВФ является целью сертификационных испытаний (рисунок 2). [8]

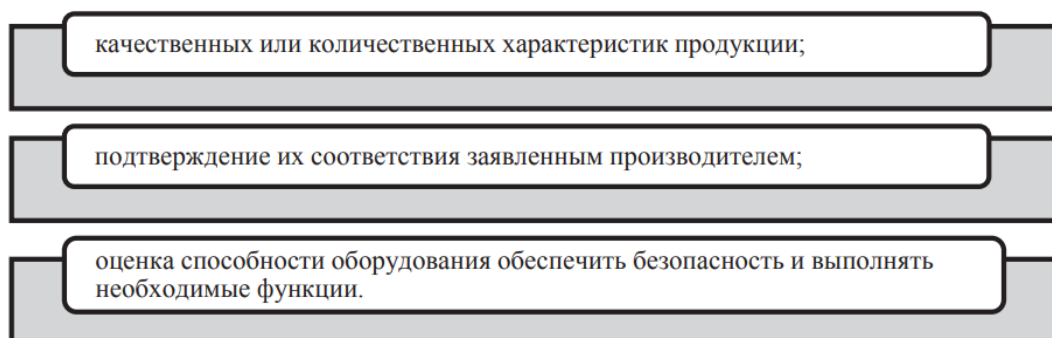


Рисунок 2 – Цели сертификационных испытаний

В связи с тем, что ВВФ в большинстве случаев определяют требования к безопасности продукции, их воздействие оценивается в рамках обязательной сертификации. После проведения СИ составляется протокол испытаний, который должен содержать: наименование ЭКБ; характеристики продукции, установленные производителем; показатели безопасности с ссылкой на требования нормативных документов; методы и методики испытаний; результаты испытаний; подтверждение выполнения требований. В протоколе также приводится информация об испытательном оборудовании и средствах измерений, применяемых при сертификационных испытаниях. На рисунке 3 указаны виды результатов воздействия испытаний.

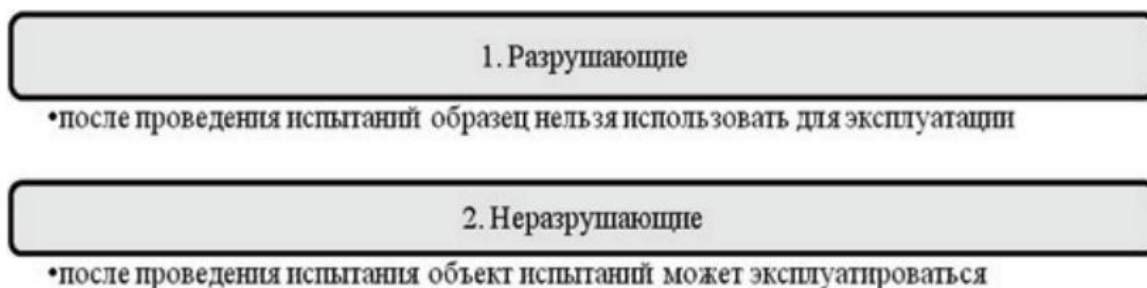


Рисунок 3 – Виды результатов воздействия испытаний

Протокол сертификационных испытаний является собственностью испытательного центра (лаборатории), и заказчика испытаний. Сертификационные испытания проводятся в соответствии с положениями, содержащимися в законе от 27.12.02 № 184-ФЗ, методами, изложенными в ГОСТ или других нормативных документах, принятых в соответствии с действующим законодательством. Сертификационные испытания имеют право проводить только испытательные центры (лаборатории), имеющие соответствующим образом оформленную аккредитацию и только в части тем, которые входят в их область аккредитации. Протокол испытаний предоставляется заявителю или в орган по сертификации. Его копия хранится в лаборатории до конца срока, на который выдан сертификат, но не менее чем три года. Если сертификация продукции проводится в добровольном порядке, то допускается предоставление Протоколов с иными сроками, если это согласовано с органом по сертификации. [8]

1.4.2 Основные требования проведения сертификационных испытаний

– определить, какие измерения следует проводить и с какой точностью;

– выбрать соответствующее контрольное, измерительное и испытательное оборудование, способное обеспечить необходимую точность и сходимость измерений;

– выявить все контрольное, измерительное и испытательное оборудование, которое может влиять на качество продукции;

– устанавливать статус поверки;

- вести регистрацию данных о поверке контрольного, измерительного и испытательного оборудования;
- оценить предыдущие результаты контроля и испытаний, документировать их действенность, если обнаружено, что поверка контрольного, измерительного и испытательного оборудования утратила силу;
- обеспечить требуемые условия окружающей среды для проведения поверок, контроля, измерений и испытаний;
- обеспечить проведение погрузочно-разгрузочных работ, консервации и хранения таким образом, чтобы точность и пригодность контрольного, измерительного и испытательного оборудования были сохранены;
- не допускать регулировок контрольных, измерительных и испытательных средств, включая аппаратное и программное обеспечение испытаний, которые сделали бы недействительной ранее осуществленную поверку. [9]

1.4.3 Качество и надежность

Увеличение использования ЭКБ ИП и с ужесточением требований к ЭКБ ОП, все более востребованными становятся сертификационные испытания. Проблемы качества, надежности и подлинности ЭКБ сейчас особенно актуальны. Поэтому представляют интерес возможности и деятельность испытательных центров (лабораторий). С недостаточным финансированием отечественных предприятий и производственно-технологическими трудностями, отечественные разработчики и производители электронной аппаратуры все чаще вынуждены применять ЭКБ ИП. С расширением практики применения ЭКБ ИП в отечественных разработках и при производстве образцов военной и ракетно-космической техники проблемы возникают из-за различия в подходах к установлению гарантий на эксплуатационные характеристики, отсутствия у потребителей полной и достоверной технической информации о типах ЭКБ. Возникают

проблемы также из-за наличия в ЭКБ ИП откровенного брака или низкого технического уровня исполнения изделия и наличия "серого импорта" (Рисунок 4). Еще одной из причин это отсутствие или ненадлежащее проведение входного контроля и СИ. Не соответствующая техническим требованиям и контрафактная ЭКБ, наполнила не только отечественный, но и международный рынок электронных комплектующих, что стало проблемой производителей электроники во всем мире. [8]

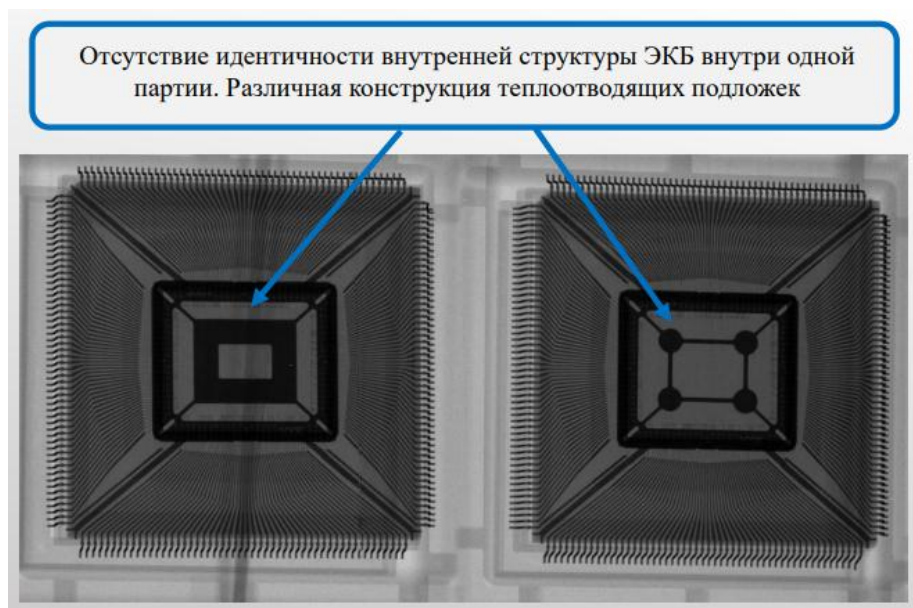


Рисунок 4 – Пример выявления признаков контрафактной ЭКБ ИП

Контрафакт электронной продукции сегодня занимает второе место после лекарственных препаратов. От высокотехнологичной аппаратуры, запчастей для техники и компьютеров до резисторов и микропроцессоров – ничто не защищено от контрафакта. Внешний вид и упаковка таких компонентов могут быть хорошего качества, сами компоненты часто не являются оригинальными и не подтверждают требуемые характеристики. От снижения срока эксплуатации ноутбука до выхода из строя космических спутников, все это может явиться последствием установки таких компонентов. В тяжелых случаях контрафакт ЭКБ ИП может быть причиной несчастных случаев и гибели людей. [9,10]

1.5 Состав и последовательность проведения сертификационных испытаний

Перед проведением СИ на выборке все поставляемые партии ЭКБ ИП подвергаются 100% ВК и ДИ и должны пройти с положительными результатами. В состав ДИ входит ОИ и ДНК. Проведение ВК и ДИ направлено на повышение качества поставляемых партий ЭКБ ИП путем выявления и отбраковки изделий с явными или скрытыми дефектами. Для проведения контроля и испытаний конкретных типов ЭКБ ИП в ИЦ формируются маршрутные листы, определяющие порядок выполнения всех операций ВК, ОИ, ДНК. Для проведения контроля и испытаний ЭКБ ИП используют методы, стандартизованные ДС, или методики, согласованные в установленном порядке. При установлении критериев отбраковки изделий по результатам контроля параметров и характеристик используют нормы, установленные в технических спецификациях на конкретные типы ЭКБ ИП. Допустимый процент отбраковки не более 5%. При превышении допустимого процента отбраковки партия бракуется полностью. При ВК и ДИ отказ одного изделия не является основанием для забракования партии. В данном случае проводится анализ отказа изделия и по его результатам принимается отдельное решение о партии. Решение о применении партии в аппаратуре, принимает разработчик аппаратуры на основании рекомендаций ИЦ. При проведении ВК и ДИ используют средства измерения и контроля и испытательное оборудование, имеющие технические характеристики, соответствующие требованиям, указанным в ДС на ЭКБ ИП, и обеспечивающие проверку требуемых ПКГ в необходимых режимах и заданную погрешность измерения, поверенные (аттестованные) в установленном порядке. На ЭКБ ИП, прошедшие ВК и ДИ в полном объеме с положительными результатами, наносится отличительная маркировка в соответствии с ПМ СИ. По результатам проведения ВК и ДИ оформляется заключение с указанием о соответствии ЭКБ ИП Программе и методике сертификационных испытаний. [11]

Сертификационные испытания делятся на следующие этапы:

1. Подготовительный этап;
2. Входной контроль ЭКБ ИП;
3. Дополнительные испытания ЭКБ ИП;
4. Сертификационные испытания ЭКБ ИП на выборке;
5. Обработка результатов сертификационных испытаний.

Подготовительный этап включает в себя:

- изучение нормативно технической документации зарубежных предприятий изготовителей ЭКБ;
- разработка программного кода для стыковки высокотехнологичных по функционалу ЭКБ с измерительным и испытательными комплексами;
- разработка и изготовление оснастки для измерения и испытаний ЭКБ.

Входной контроль ЭКБ ИП включает в себя:

- измерение ПКГ;
- контроль внешнего вида и маркировки;
- проверка габаритных и установочных размеров;

Дополнительные испытания ЭКБ ИП включают в себя:

- разрушающий физический анализ (на выборке);
- контроль герметичности;
- электротермотренировка 168 час;
- испытание на воздействие термоциклов (5-10 циклов);
- контроль наличия свободных частиц.

Сертификационные испытания ЭКБ ИП на выборке включают в себя:

а) испытания на механические виды воздействия.

- определение конструктивно-технологических запасов к воздействию механических ударов одиночного действия;
- определение конструктивно-технологических запасов к воздействию линейного ускорения;
- проверка отсутствия критических частот в заданном диапазоне;

- механические удары одиночного воздействия;
- механические удары многократного воздействия;
- определение резонансных частот;
- линейное ускорение;
- акустический шум;
- синусоидальная вибрация;
- широкополосная случайная вибрация;

б) испытания на климатические виды воздействия.

- повышенная влажность;
- изменение температурных воздействий (термоциклы);
- пониженные и повышенные температурные воздействия;
- пониженное и повышенное давление атмосферы.

в) испытания на сохраняемость и безотказность.

- разработка и изготовление коммутационных и нагрузочных плат для формирования требуемых электрических нагрузок и режимов;
- расчет на базе экспериментальных данных безотказной работы и сохраняемости на заданные сроки;
- разработка методики и проведение ускоренных испытаний на безотказность;

ЭКБ ИП и ОП классифицируется по категориям качества в соответствии с рисунком 5. Критерии определения категории качества для ЭКБ приведены в ГОСТ Р 56649.

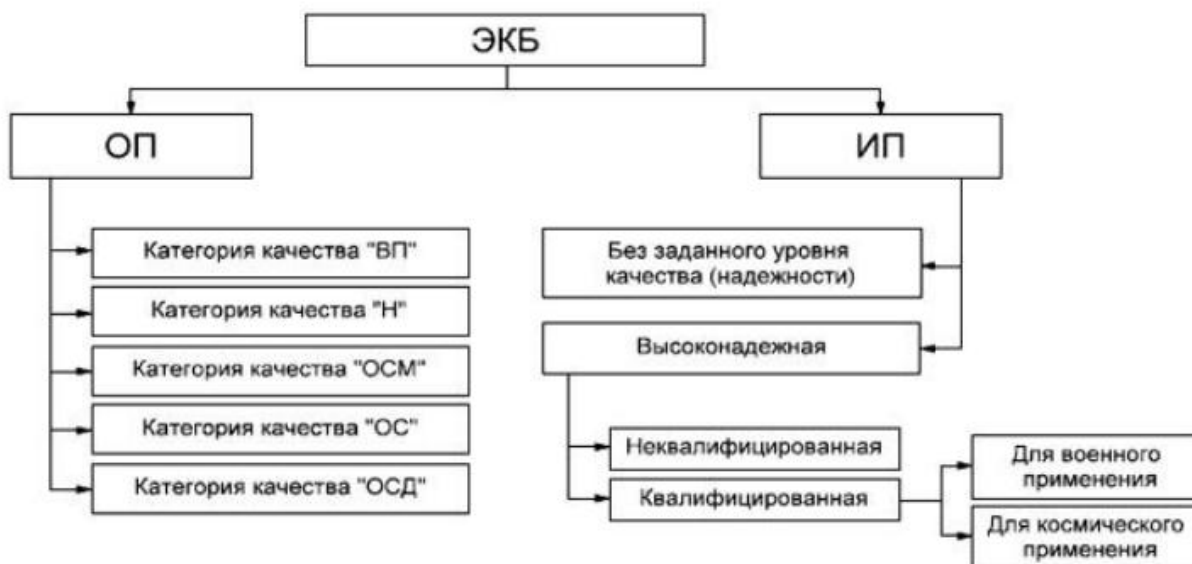


Рисунок 5 – Классификация ЭКБ по категориям качества

При проведении ВК и ДИ необходимо соблюдать меры защиты от статического электричества в соответствии с нормативной и технической документацией на ЭКБ и другими нормативными документами. Испытательная оснастка, испытательное оборудование, а также средства измерений должны обеспечивать проведение функционального контроля ЭКБ, объем которого определяет ПМ СИ. [12, 13]

1.6 Система менеджмента качества испытательной лаборатории

В испытательном центре (лаборатории) проводящим СИ ЭКБ ИП определены задачи, подходы и инструменты современного менеджмента качества в соответствии СМК ИЦ (ИЛ). Несмотря на уникальность каждого ИЦ (ИЛ) и характера оказываемых услуг в зависимости от вида деятельности, можно выделить ряд общих задач, решением которых в той или иной степени занимаются все современные организации в рамках развития и улучшения своей системы менеджмента (Рисунок 6).

Основным направлением деятельности ИЛ является проведение испытаний в соответствии с областью аккредитации на уровне требований государственных стандартов. Основные вопросы, раскрываемые в политике ИЛ и в области качества, приведены на рисунке 7.



Рисунок 6 – Взаимосвязь объектов управления и задач менеджмента ИЛ

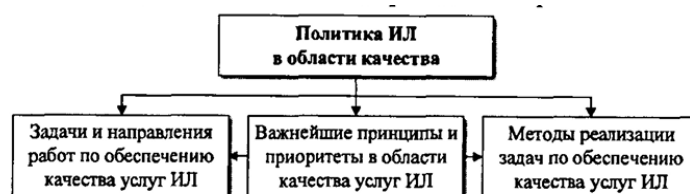


Рисунок 7 – Структурные направления политики ИЛ в области качества оказываемых услуг

Деятельность ИЦ (ИЛ) регламентирована комплексом стандартов в области испытаний и измерений ПКГ электронной продукции, руководящими документами «Федеральной системы сертификации ракетно-космической техники» и системы добровольной сертификации "ЭЛЕКТРОНСЕРТ". [14]

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1AM82	Молчанову Петру Александровичу

Школа	ИШНТБ	Отделение	Отделение ОЭИ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроника и наноэлектроника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с научной литературой и патентами, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НТИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение ресурсной, финансовой, экономической эффективности исследования

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения НТИ
4. Определение бюджета НТИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		31.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM82	Молчанов П.А.		31.01.2020

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

3.1 Предпроектный анализ

3.1.1 Потенциальные потребители результатов испытаний


В данном разделе рассмотрен анализ экономической эффективности проведения сертификационных испытаний электронной компонентной базы. При анализе потребителей результатов исследования следует выявить целевой рынок. Целевой рынок – сегменты рынка, на которых предполагается продажа, разрабатываемого продукта или предоставление услуги. Сегмент рынка — это выделенная часть рынка, группы потребителей, которые имеют ряд общих признаков. Для определения сегмента рынка продукции проводят его сегментирование. Это подразумевает деление потребителей продукции на группы, которым требуется определенный товар или услуга.

На рисунке 27 показано сегментирование рынка потребителей, которым необходимо провести испытание в аккредитованном испытательном центре или лаборатории, на различных этапах разработки и применения ЭКБ.

		Этапы разработки и применения ЭКБ		
		разработчик ЭКБ	Второй поставщик ЭКБ	Разработчик аппаратуры
Размер ИЦ (ИЛ)	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Рисунок 27 – Карта сегментирования рынка услуг на различных этапах разработки и применения ЭКБ

 - существует спрос;

 - отсутствует спрос.

На карте сегментирования определены основные сегменты предоставления услуги по испытанию ЭКБ. Размеры предприятия позволяют ориентироваться на разработчиков аппаратуры и ЭКБ. Спрос разработчиков аппаратуры и ЭКБ подкреплен государственным оборонным заказом. Привлекательным по предоставлению услуг испытаний в ИЦ (ИЛ) в будущем будет именно в этих сегментах.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Конкурент 1 будет ИЛ АО «АЛРОСТ» г. Москва,

Конкурент 2 будет ИЛ ЗАО «РЕНОМ» г. Санкт-Петербург.

Таблица 15 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений в области испытаний ЭКБ.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Механические виды испытаний	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2. Климатические виды испытаний	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
3. Испытания на надежность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
4. Испытания на спец. воздействие	0,05	3	2	2	0,15	0,1	0,1
5. Проведение ВК	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
6. Проведение ДИ	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
7. Проведение СИ	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Наличие аттестата ФСС КТ	0,1	3	2	2	0,3	0,2	0,2
2. Наличие аттестата «Электронсертификат»	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
3. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,2
4. Финансирование научной разработки	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
5. Цена	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
Итого	1	48	38	43	4,1	3,4	3,6

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (9)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

По итогу проведенного анализа конкурентоспособность технических решений в области испытаний ЭКБ составила 4.1, в то время как коэффициенты конкурентов составили 3.4 и 3.6 соответственно. ИЛ конкурентов оснащены более узким спектром видов испытаний в соответствии с областью аккредитации. У одного из конкурентов истекает срок действия аттестата аккредитации, что влияет на показатель конкурентоспособности. Цена проведения испытаний конкурентов ниже, что является конкурентным недостатком нашего ИЦ.

3.1.3. SWOT-анализ

Объектом исследования данной работы является испытание ЭКБ для повышения качества и надежности электронной аппаратуры на АО «НПЦ «Полюс» путем проведения ВК, ДИ и СИ. АО «НПЦ «Полюс» специализируется на создании наукоемкого и наземного электротехнического оборудования и систем точной механики. Разработанные и изготовленные на предприятии радиоэлектронные изделия и устройства применяются в автоматических космических аппаратах связи и телевидения, космического мониторинга природной среды, исследования дальнего космоса.

Первый этап FAST-анализа заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Дадим трактовку каждому из этих понятий.

Таблица 16 – Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Широкий спектр видов испытаний. С2. Использование современного оборудования. С3. Многолетний опыт ИЦ.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Дорогостоящее оборудование. Сл2. Необходимо специальное обучение персонала и ежегодная аттестация персонала. Сл3. Необходимо проводить аккредитацию в различных системах сертификации.
Возможности: В1. Потенциал развития. В2. Повышение спроса на результаты испытаний. В3. Разработка новых методов и методик испытаний.	Угрозы: У1. Отсутствие спроса на результаты испытаний. У2. Развитая конкуренция испытательных центров (лабораторий). У3. Низкая квалификация персонала.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помогут выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта

	Сильные стороны проекта			
		С1	С2	С3
Возможности проекта	B1	+	+	0
	B2	-	0	-
	B3	+	-	+

«+» -означает сильное соответствие сильных сторон возможностям;

«-» -означает слабое соответствие;

«0» – в случае если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

По результатам анализа интерактивной матрицы, самые сильные стороны проекта является в том, что испытательный центр имеет широкий спектр проводимых видов испытаний и высокий потенциал развития (C1B1B3 и B1C1C2).

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 18).

Таблица 18 – SWOT -анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Широкий спектр видов испытаний. С2. Использование современного оборудования. С3. Многолетний опыт ИЦ.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Дорогостоящее оборудование. Сл2. Необходимо специальное обучение персонала и ежегодная аттестация персонала. Сл3. Необходимо проводить аккредитацию в различных системах сертификации.
Возможности: В1. Потенциал развития. В2. Повышение спроса на результаты испытаний. В3. Разработка новых методов и методик испытаний.	В ИЦ проводятся любые категории испытаний ЭКБ используя современное оборудование, что позволяет повысить спрос на результаты испытаний.	Дорогостоящее оборудование истощает свой ресурс и необходимо каждый год производить тех. осмотр, аттестацию и поверку. ИЦ имеет возможность обслуживать оборудование своими силами.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на результаты испытаний. У2. Развитая конкуренция испытательных центров (лабораторий). У3. Низкая квалификация персонала.	В ИЦ каждый год трудоустраивается молодой персонал. Отсутствие навыков может негативно сказаться на результатах испытаний. Поэтому необходимо ежегодно проводить аттестацию персонала и повышать квалификацию.	Аннулирование действия аттестата аккредитации ИЦ может привести к остановке всего процесса испытаний, тем самым ставит под угрозу производство приборов в цехе.

3.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого приведена таблица, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта

Таблица 19 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	2
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	1
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	1	1
	Итого	40	44

Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

По результатам анализа необходимо проработать механизм реализации научного проекта, в также вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

3.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Организация совместных предприятий, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение». Так как для создания испытательного центра необходимо дорогостоящее оборудование и квалифицированный персонал, то без сотрудничества сторонних ИЦ (ИЛ) развитие не представляется возможным.

Организация совместного предприятия, т.е. объединение двух и более лиц для организации предприятия. При аккредитации ИЦ (ИЛ) существует требование о наличии на предприятии системы менеджмента качества. Поэтому для организации предприятия необходимо привлечь в проект специалиста в системе менеджмента качества.

3.2 Инициация проекта

3.2.1 Инициация проекта в испытательном центре

Процесс инициации позволяет определить цели и содержание проекта и определяются финансовые ресурсы. Выявляют внешние и внутренние

заинтересованные стороны проекта, влияющие на конечный результат научно-исследовательского проекта.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

Таблица 20 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ИЦ ТПУ	Получить результаты о стойкости ЭКБ на спец. факторы.
ИЦ АО «НПЦ «Полюс»	Получить результаты сертификационных испытаний ЭКБ ИП
АО «ИСС»	Подтвердит стойкость ЭКБ ИП к внешним воздействующим факторам

Таблица 21 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Провести сертификационные испытания
Ожидаемые результаты проекта:	Протокол проведения сертификационных испытаний.
Критерии приемки результата проекта:	Подтверждение стойкости ЭКБ ИП к внешним воздействующим факторам.
Требования к результату проекта:	Стойкость к климатическим факторам.
	Стойкость к механическим факторам.
	Надежность и безотказная работа ЭКБ.
	Внешний вид и габаритные размеры должны соответствовать технической спецификации.

3.2.2 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 22 – Ограничения проекта



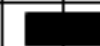










Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта	1306113,6 рублей
Источник финансирования	АО «НПЦ «Полюс»
Сроки проекта:	27.01.2020 – 30.06.2020
Дата утверждения плана управления проектом	01.02.2020
Дата завершения проекта	30.06.2020
Прочие ограничения и допущения	-

3.3 Планирование управления научно-техническим проектом

3.3.1 План проекта

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

Таблица 23 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнитель	Т, кол. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февр.		Март			апрель			май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Руководитель	2												
2	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель инженер	6, 2												
3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	14												
4	Выбор направления исследований	Руководитель инженер	15, 4												
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель инженер	10, 4												
6	Подготовительный этап проведения сертификационных испытаний ЭКБ ИП	Инженер	10												
7	Разработка и создание испытательной оснастки	Инженер	5												
8	Проведение сертификационных испытаний	Инженер	45												
9	Анализ результатов испытаний. Оформление протокола испытаний	Инженер	5												
10	Утверждение разработанной документации и консультация по написанию ВКР	Руководитель инженер	35, 50												
															
11	Подведение итогов	Руководитель инженер	7, 10												



– руководитель,



– инженер.

3.3.2 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 24.

Таблица 24 – Группировка затрат по статьям

Наименование	Сумма, руб.
Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	4962
Спецоборудование для научных работ	256867
Основная заработная плата	664583,6
Отчисления на социальные нужды	4748
Накладные расходы	374953
Итого плановая себестоимость	1306113,6

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты В данную статью включены затраты на приобретение всех материалов, которые необходимы для реализации проекта. Расчет стоимости материальных затрат произведен по действующим прейскурантам. Результаты представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага (формат А4)	Бумага Svetocopy, упак.	1	220	210
Папка на кольцах	Attache, шт.	1	163	153
Файл	Attache, упак.	5	20	100
Шариковая ручка	Erich Krause, упак.	1	55	55
Картридж(принтер)	НР, шт.	1	3800	3700
Резистор	АО НПО «Эркон» С2-33Н 0,5 Вт 120 кОм ± 5%, шт.	1	10	10
Резистор	АО НПО «Эркон» С2-33Н 0,125 Вт 10 кОм ± 5%, шт.	30	8	240
Резистор	АО НПО «Эркон» С2-33Н 0,5 Вт	3	10	30

	1 кОм \pm 5%, шт.			
Резистор	АО НПО «Эркон» С2-33Н 0,5 Вт 120 Ом \pm 5%, шт.	1	10	10
Конденсатор	ООО «Кулон», К10-17В 0,1 мкФ \pm 10%, шт.	5	15	45
Конденсатор	ООО «НЗК», К52-1 10 мкФ \pm 10%, шт.	5	15	45
Всего за материалы				4718
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				244
Итого по статье C_m				4962

3.3.3 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 26 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	Измеритель Gwinstek LCR-7811OG	1	166,86	191,889
2.	Тераомметр Е6-13А	1	17,459	20,078
3.	Источник питания постоянного тока Б5-50	1	4,36	5
4.	Источник питания Gwinstek GPR-30H10D	1	30	34,5
5.	Паяльная станция Lukey-308	1	4,7	5,4
	Итого	5	223,379	256,867

3.3.4 Основная заработная плата

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (10)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (12)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 27 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	177	177
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	30	30
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	218	218

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (13)$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3.

Таблица 28 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	24374,97	1,3	31355,43	1610,92	230	370511,6
Инженер	15695,43	1,3	19079,73	980,24	300	294072
Итого						664583,6

3.3.5 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (14)$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 29 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 29 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	370511,6	294072
Дополнительная зарплата	4441,39	35288,64
Итого по статье $C_{зп}$	704313,63	

3.3.6 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (15)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{НАКЛ}} = 0,3 \cdot (370511,6 + 4441,39) = 374953 \text{ руб.}$$

3.3.7 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (16)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{ВНЕБ}} = 0,3 \cdot (294072 + 35288,64) = 98808,192 \text{ руб.}$$

3.3.8 Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная.

Для выбора наиболее подходящей организационной структуры можно использовать таблице 30.

Таблица 30 – Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая

3.3.9 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта. Пример плана управления коммуникациями приведен в таблице 31.

Таблица 31 – Пример плана управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Руководитель проекта	Представителю заказчика	Ежеквартально (первая декада квартала)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Участникам проекта	Еженедельно (понедельник)
3.	Документы и информация по проекту	Ответственное лицо по направлению	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков и к.

				точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану управления

3.3.10 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по данному разделу необходимо свести в таблицу 32.

Таблица 32 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Веро-ть наступ-ия (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска
1	Поломка оборудования	Выход из строя ЭКБ	1	4	средний	Производит ежегодный ТО, поверку и аттестацию оборудования
2	Прекращение финансирования проекта	Увеличение сроков реализации проекта	3	3	низкий	Необходимо использовать несколько источников финансирования
3	Увеличение расхода материальных затрат	Уменьшение объемов производства	4	2	низкий	Закупать материалы с 25% запасом.

Примечание: Уровень риска может быть: высокий, средний или низкий в зависимости от вероятности наступления и степени влияния риска. Риски с наибольшей вероятностью наступления и высокой степенью влияния будут иметь высокий уровень, риски же с наименьшей вероятностью наступления и низкой степенью влияния соответственно низкий уровень.

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

3.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cash flow). Особенностью

является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{оп\ t}}{(1+i)^t} - I_0, \quad (17)$$

где NPV – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если NPV, больше 0, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 33. При расчете рентабельность проекта составляла 20 %, норма амортизации - 10 %. Бюджет проекта равен 1306113,6 руб.

Таблица 33 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1560000	1560000	1560000	1560000
2	Итого приток, руб.	0	1560000	1560000	1560000	1560000
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1306113,6	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	-674293,6	-674293,6	-674293,6	-674293,6
5	Налогооблагаемая прибыль	0	885706	885706	885706	885706
6	Налоги 20 %, руб.	0	177141,2	177141,2	177141,2	177141,2
7	Итого отток, руб.	-1306113,6	851434,8	851434,8	851434,8	851434,8
8	Чистая прибыль, руб.	0	708564,8	708564,8	708564,8	708564,8
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-1306113,6	839176,1	839176,1	839176,1	839176,1
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный доход (ЧДД), руб.	-1306113,6	699033,7	582388,2	485043,8	404482,9
12	Σ ЧДД	2170948,6				
13	Итого NPV, руб.	864835				

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}, \quad (18)$$

где i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 864835 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0, \quad (19)$$

где ЧДД - чистый денежный поток, млн. руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, млн. руб.

$$PI = 2170948,6 / 1306113,6 = 1,66$$

Так как PI больше 1, то проект является эффективным.

Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $NPV = 0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

$$\sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{от t}}{(1 + IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1 + IRR)^t}, \quad (20)$$

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 34 и на рисунке 28.

Таблица 34 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб
1	Чистые денежные потоки, руб.	-1306114	851434,8	851435	851435	851435	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный доход, руб.						
	0,1	-1306114	773954,2	703285	639428	581530	1392083
	0,2	-1306114	709245,2	590896	492129	410392	896548
	0,3	-1306114	654753,4	504049	387403	298002	538094
	0,4	-1306114	607924,4	434232	309922	221373	267338
	0,5	-1306114	567907	378037	251173	168584	59587,8
	0,6	-1306114	532146,8	332060	207750	130270	-103888
	0,7	-1306114	500643,7	285231	172841	95360,7	-252037
	0,8	-1306114	473397,7	263093	145595	80886,3	-343141
	0,9	-1306114	447854,7	235847	124309	65560,5	-432541
	1	-1306114	425717,4	212859	106429	52789	-508319

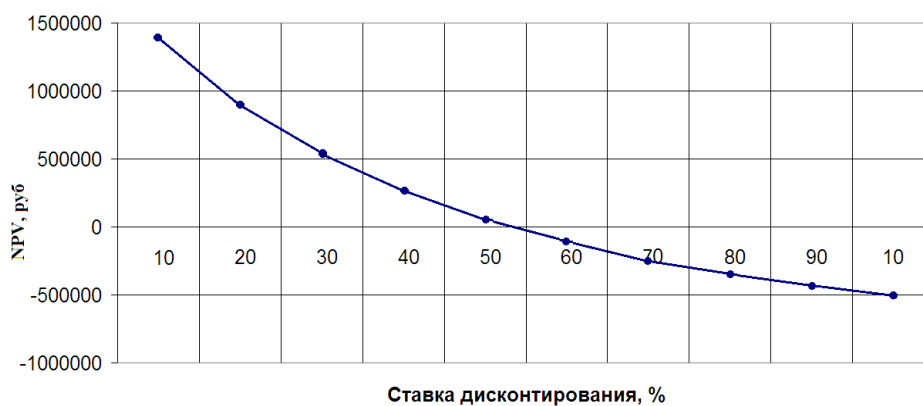


Рисунок 28 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,53.

Запас экономической прочности проекта: $53\% - 20\% = 32\%$

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 35).

Таблица 35 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный денежный доход ($i = 0,20$), руб.	-1306114	699033,7	582388,2	485043,8	404482,9
2	То же нарастающим итогом, руб.	-1306114	-607080,3	-24692,1	460351,7	419868,8
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{диск} = 2 + (24692,1 / 485043,8) = 2,05$ года				

Социальная эффективность научного проекта (таблица 36) учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

Таблица 36 – Критерии социальной эффективности

До	После
Контрафактная ЭКБ ИП в аппаратуре и электронике.	Сертификационные испытания позволяют выявить контрафактную ЭКБ ИП.
Срок службы электронных устройств ниже заявленной производителем.	Входной контроль и дополнительные испытания позволяют выявить потенциально ненадежную и бракованную ЭКБ. Что повышает срок службы электронных приборов.
Недостаточное количество рабочих мест.	Организация предприятия позволит создать новые рабочие места.

3.4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется из формулу:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (21)$$

где I_{ϕ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее

численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить из формулу:

$$I_{pe} = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (22)$$

где I_{pe} – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 35:

Таблица 37 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	3	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	3	3
4. Энергосбережение	0,20	4	4	3
5. Надежность	0,25	5	3	3
6. Материалоемкость	0,15	4	4	4
ИТОГО	1	4,4	3,5	3,3

$$I_m^p = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4,4$$

$$I_1^A = 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,5$$

$$I_2^A = 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,3$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{ф}^p} \text{ и } I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{ф}^a}, \quad (23)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}, \quad (24)$$

где \mathcal{E}_{CP} – сравнительная эффективность проекта;

$I_{финр}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{финр}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 38 – Сравнительная эффективность разработки

№ п\п		Разработка		Аналог 1		Аналог 2	
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1		0,38		0,64	
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4		3,5		3,3	
3	Интегральный показатель эффективности	4,4		2,4		2,2	
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	Ан.1	Ан.2	Р	Ан.2	Р	Ан.1
		1,56	1,6	0,64	1,03	0,62	0,98

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что выбранный вариант развития проекта является эффективным при решении задачи, которая поставлена в магистерской диссертации, с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения данного раздела был определен целевой рынок и произведено его сегментирование, а также выполнен SWOT-анализа проекта и определили сильные и слабые стороны проекта. Мною был рассчитан бюджет научного исследования, чистый доход и чистый дисконтированный доход,

индекс доходности, срок окупаемости, а также определили финансовую эффективность и ресурсоэффективность. Тем самым инвестиционный проект можно считать выгодным и экономически целесообразным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1AM82	Молчанову Петру Александровичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Электроника и наноэлектроника

Тема ВКР: Сертификационные испытания электронной компонентной базы иностранного производства для аппаратуры с длительным сроком активного существования.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является ЭКБ ИП для аппаратуры с длительным САС.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Недостаточная освещенность; – Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; – Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; – Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; – Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; – Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.
2. Экологическая безопасность:	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов) и способы их утилизации;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС:</p> <p>1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте);</p> <p>2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>

4. Перечень нормативно-технической документации, использованной в разделе «СО».	ГОСТы, СанПиНы, СНиПы Приведены перечень НТД, используемых в данном разделе, приведены правовые нормы трудового законодательства.
Перечень графического материала: 1) План помещения и размещения светильников 2) План эвакуации при пожаре	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		15.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM82	Молчанов Петр Александрович		15.02.2020

4 Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность

Данная научно-исследовательская работа посвящена сертификационным испытаниям электронной компонентной базы иностранного производства для аппаратуры с длительным сроком активного существования.

В данной главе рассматриваются вопросы техногенной безопасности, охраны окружающей среды, охраны труда и техники безопасности, возникающих при выполнении экспериментальной части работы, а также разработка мер по их устранению.

Объект исследования – электронная компонентная база.

Рабочим местом для разработки программы сертификационных испытаний и проведения сертификационных испытаний является испытательный технический центр АО «ПНЦ «Полус». Опасные и вредные факторы при выполнении работ представлены в таблице 39. [26]

Таблица 39 – Опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка ПМ СИ	Изготовление оснастки	Проведение СИ	
Вредные				1. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [27]; 2. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [28]; 3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [29]; 4. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [30]; 5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
Превышение уровня шума		+	+	
Повышенный уровень электромагнитного излучения	+	+	+	
Наличие токсикантов		+	+	

Опасные факторы				требования к микроклимату производственных помещений [31];
Электроопасность.		+	+	6. ГОСТ 12.1.003 – 2014.ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [32];
Пожароопасность		+	+	

4.2 Анализ вредных факторов при проведении сертификационных испытаний.

4.2.1 Недостаточная освещённость

Освещённость — это поверхностная плотность светового потока. Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда. Неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Нерационально организованное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта.

Освещение нормируется СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение» [33], по которому лаборатория по освещенности относится к IV разряду (работа со средней точностью).

4.2.2 Микроклимат рабочего помещения в испытательной лаборатории

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны оказывает значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При определенных их значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Проводимые работы относятся к категории легких работ Ia. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Оптимальные нормы микроклимата в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 [31]

Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах	Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
Холодный	19-22	15-28	40-60	20-80	0,2	0,5
Тёплый						

В целях защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть не более 8 часов.

4.2.3 Превышение уровня шума

Шумом может быть назван любой нежелательный звук, нарушающий тишину и оказывающий вредное воздействие на человека. В первую очередь, шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека; также вызывает изменения скорости дыхания, пульса; способствует нарушению обмена веществ; возникновению сердечно – сосудистых заболеваний.

Во время проведения СИ источниками шума являются: работающий электродвигатель климатической камеры, лабораторные источники питания и подключенные к ним схемы, вентиляционная система, работающие осветительные приборы, а также шум, проникающий в помещение из вне.

В результате неблагоприятного воздействия шума на человека, занимающегося трудовой деятельностью, происходит снижение производительности труда, возрастает вероятность возникновения брака в работе.

Для предотвращения перечисленных выше последствия влияния шума на работающего человека уровень шума в данном помещении не должен превышать 80 дБА [34]. Что соблюдается на рабочем месте.

Шум на рабочем месте снижают, ослабляя шумы самих источников и специальными техническими решениями. Для снижения уровня шума в данном случае могут быть:

- звукоизоляция;
- использование звукопоглощающих материалов (войлок, минеральная вата);
- экранирование шума;
- соблюдение режима труда и отдыха.

Средства индивидуальной защиты органов слуха работающих установлены ГОСТ 12.4.011-75 [35]:

- 1) протившумные шлемофоны (шлемы);
- 2) наушники;
- 3) заглушки;
- 4) вкладыши.

4.2.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения

Вычислительная техника, лабораторные источники питания, генераторы сигналов все это являются источниками интенсивных электромагнитных полей. Имеющиеся внутри схемы многочисленные катушки дают электромагнитное излучение низкой частоты. Распространяется оно, зачастую, в стороны и назад, поскольку большинство экранов обладает свойством ослаблять это излучение. Электромагнитные поля могут вызывать изменения в клетках. Длительное воздействие низких частот ЭВМ вызывает нарушения сердечнососудистой и центральной нервной системы, небольшие изменения в составе крови. Возможно возникновение катаракты глаз, злокачественных опухолей при интенсивном длительном воздействии. Степень воздействия зависит от продолжительности работы и индивидуальных особенностей организма.

Нормы напряженности электромагнитных полей, создаваемых вычислительной техникой приведены в таблице 41. [36]

Таблица 41 – Временные ПДУ, создаваемых вычислительной техникой на рабочих местах

Наименование параметров		ПДУ
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2.5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электрического поля		15 кВ/м

Рабочее место с компьютером считается безопасным, если значения замеров уровней не превысили предельно допустимые уровни, указанные в таблицах. Для снижения уровня воздействия, необходимо проведение следующих действий:

- экранирование экрана монитора;
- заземление компьютера;
- соблюдение оптимально расстояние от экрана;
- рациональное размещение оборудования;
- организация перерывов 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы.

4.2.5 Повышенная концентрация токсикантов в воздухе

В процессе изготовления оснастки, для проведения испытаний ЭКБ, применяется припой и флюс. Все разновидности процессов пайки и лужения сопровождаются загрязнением воздушной среды аэрозолем припоя и флюса, парами различных жидкостей, применяемых для флюса, смывки и растворения лаков, парами соляной кислоты, газами (окись углерода, углеводороды, продукты разложения изоляции) и т.д.

Операции пайки и лужения сопровождаются загрязнением воздушной среды парами оксида свинца, олова, сурьмы и других элементов, входящих в состав припоя, а также парами канифоли. При обжиге изоляции также выделяется оксид углерода.

Находясь в запыленной атмосфере, рабочие подвергаются воздействию пыли и паров. Вредные вещества оседают на кожном покрове, попадают в слизистую оболочку рта, глаз, верхних дыхательных путей, заглатываются со слюной в пищеварительный тракт, вдыхаются в легкие. Наряду с загрязнением воздушной Среды загрязняются рабочие поверхности и одежда рабочего. Степень воздействия аэрозоля зависит от химического состава, который определяется химическим составом припоя. Большинство элементов, входящих в состав применяемых припоев являются опасными для здоровья и жизни человека.

Токсичное воздействие флюсов также зависит от компонентов, входящих в их состав. Например, канифоль обладает раздражающим воздействием и при длительном воздействии на кожу может вызывать дерматит. Этиленгликоль, содержащийся в отдельных флюсах при попадании в рот очень токсичен, действует на ЦНС и почки. При поступлении через органы дыхания возникает поражение ЦНС и паренхиматозных органов. ПДК составляет $5,0 \text{ мг/м}^3$ (ГН 2.2.5.1313-03) и относится к третьему классу опасности.[37]

Токсичное воздействие олова, входящего в состав припоя может приводить поражению бронхов, вызывает пролиферативно - клеточную реакцию в легких. При длительном воздействии возможен пневмокониоз. Предельно-допустимая концентрация окиси олова в воздухе рабочей зоны составляет $0,05 \text{ мг/м}^3$ (ГН 2.2.5.1313-03) и относится к третьему классу опасности. Свинец, содержащийся в припое, может вызывать поражение нервной системы, крови, желудочно-кишечного тракта, половой системы, нарушение течения беременности. Предельно-допустимая концентрация составляет $0,05 \text{ мг/м}^3$ (ГН 2.2.5.1313-03) и относится к первому классу опасности. Кадмий, содержащийся в припое, может вызывать поражение печени, почек, легких. При хронических отравлениях поражается система кроветворения, половая и репродуктивная функции. ПДК составляет $0,01 \text{ мг/м}^3$ (ГН 2.2.5.1313-03) и относится к первому классу опасности. [37]

Как видно из представленных данных, газообразные вещества, используемые в работе, относятся к веществам высокого и чрезвычайного классов опасности. Тем не менее, превышение ПДК приводит к неблагоприятному воздействию на организм человека, вызывая проблемы с дыханием и отеки легких.

Загрязнение атмосферного воздуха газами и парами вызывает необходимость его очистки в приточных системах вентиляции с трехкратным обменом.

К средствам индивидуальной защиты от загазованности рабочей зоны относятся респираторы фильтрующего типа, а так же различные защитные очки для защиты глаз от воздействия паров органики из пасты.

4.3 Анализ опасных факторов при проведении сертификационных испытаний.

4.3.1 Электробезопасность

Испытательный технический центр АО «ПНЦ «Полус» относится к второму классу электробезопасности (помещение с повышенной опасностью) так, как в данном помещении имеются возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

В ходе выполнения данной работы имеет место использование электрических приборов. Для испытательного технического центра, в котором применяются электроприборы общего назначения, следующие основные правила безопасной работы, установленные в ГОСТ 12.1.038–82 [29]:

1. Соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей;
2. Ограждение токоведущих частей;
3. Применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств с целью предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;

4. Применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
5. Применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений;
6. Использование средств защиты и приспособлений от воздействия электрического и магнитного полей в электроустановках, в которых их напряженность превышает допустимые нормы.
7. По окончании рабочего дня нужно снять напряжение с отдельных приборов, а также отключить все щитки на лабораторных столах и общий рубильник за пределами лаборатории.

Использование электрических приборов общего назначения в ходе выполнения данной работы не предполагает использования средств индивидуальной защиты персонала. Достаточной мерой безопасности является соблюдение общих правил при работе с электроприборами.

ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ устанавливает предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека, предназначенные для проектирования способов и средств защиты людей, при взаимодействии их с электроустановками производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. [29] Предельно допустимые значения напряжений и токов при прикосновении для производственных электроустановок в неаварийном режиме представлены в таблице 42.

Таблица 42. Предельно допустимые значения напряжений и токов при прикосновении для электроустановок в неаварийном режиме

Род тока	U, В	I, mA
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Наибольшее допустимое значение сопротивления заземляющего устройства электроустановки сетей напряжением до 1000 В с изолированной

нейтралью при мощности источника питания более 100 кВт должно составлять не более четырех Ом.

Расчет освещённости рабочего места в испытательной лаборатории.

Для исследуемого лабораторного помещения необходимо провести расчёт системы общего равномерного освещения. Основные параметры данного помещения представлены в таблице 43.

Таблица 43 – Основные параметры лабораторного помещения

Параметры	Значения
Длина А, м	10
Ширина В, м	15
Площадь помещения S, м ²	150
Высота Н, м	4,5
Высота рабочей поверхности h _{рп} , м	1
Коэффициент отражения бетонных стен с окнами ρ _с , %	50
Коэффициент отражения свежепобеленного потолка ρ _п , %	70

Допустимые значения наименьшей освещенности рабочего места для данного лабораторного помещения приведены в таблице 44.

Таблица 44 – Нормирование значения освещенности на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении, согласно СНиП 23-05-95 [33].

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта, мм	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристики фона	Освещённость Е, лк	
					Комбинированное освещение	Общее освещение
Малая точность (5 разряд зрительной работы)	1,0-5,0	а	малый	тёмный	300	200

В качестве источника света выбираем газоразрядную люминесцентную лампу дневной цветности ЛД-80, световой поток $\Phi_{\text{ЛД}}$ которой равен 4250 лм. т.к. данное лабораторное помещение обладает умеренной влажностью и запылением, а так же хорошим отражением потолка и стен, то в качестве

светильника выбираем открытые двухламповые типа ОД-2-80. В таблице 45 представлены основные характеристики данного светильника.

Таблица 45 – Основные характеристики открытых двухламповых светильников типа ОД-2-80

Количество и мощность лампы	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	КПД, %	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом $h_{п}$, м
2x80	1531	266	198	75	3,5

Расчет высоты светильника над рабочей поверхностью производится по формуле:

$$h = H - h_{pn} - h_c, \quad (25)$$

где h_c – высота светильников, 0,5м.

Высота светильника над рабочей поверхностью h составляет 3 м.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для газоразрядной люминесцентной лампы дневной цветности равна 1,4. Расчет расстояния между соседними рядами производится по формуле:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (26)$$

Расстояние между соседними рядами L составляет 4,2 м.

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$I = \frac{L}{3}, \quad (27)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены I составляет 1,4 м.

Число рядов светильников в помещении определяется по формуле:

$$N_b = \frac{B}{L}, \quad (28)$$

Число рядов светильников в помещении N_b приблизительно составляет 3.

Число светильников в ряду определяется по формуле:

$$N_a = \frac{A}{L}, \quad (29)$$

Число светильников в ряду N_a приблизительно составляет 4.

Общее число ламп определяется по формуле:

$$N = 2 \cdot N_b \cdot N_a, \quad (30)$$

Общее число ламп составляет 24 шт.

Расчёт расстояния между соседними светильниками с учётом длины помещения и длины светильников определяется по формуле:

$$3 \cdot L_1 + \frac{2}{3} \cdot L_1 + N_a \cdot D = A, \quad (31)$$

$$L_1 = \frac{3 \cdot (A - N_a \cdot D)}{11} = \frac{3 \cdot (15000 - 4 \cdot 1531)}{11} = 2420 \text{ мм}, \quad (32)$$

Расчёт расстояния от крайних светильников до стены с учётом длины помещения и длины светильников:

$$\frac{L_1}{3} = 807 \text{ мм}, \quad (33)$$

Расчёт расстояния между соседними рядами с учётом ширины помещения и ширины светильников:

$$2 \cdot L_2 + \frac{2}{3} \cdot L_2 + N_b \cdot S = B, \quad (34)$$

$$L_2 = \frac{3 \cdot (B - N_b \cdot S)}{8} = \frac{3 \cdot (10000 - 3 \cdot 266)}{8} = 3450 \text{ мм}, \quad (35)$$

Расчёт расстояния от крайних рядов до стены с учётом ширины помещения и ширины светильников:

$$\frac{L_2}{3} = 1150 \text{ мм}, \quad (36)$$

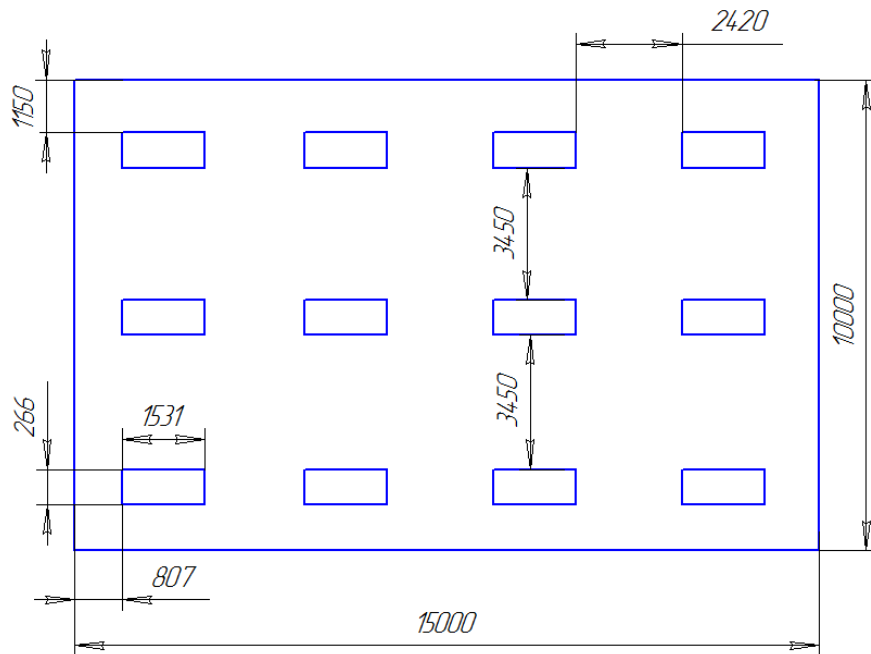


Рисунок 29 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Расчёт индекса помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{15 \cdot 10}{3 \cdot (15 + 10)} = 2, \quad (37)$$

Коэффициент использования светового потока, показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Для газоразрядных люминесцентных ламп дневной при $\rho_{\text{п}} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 2$ равен $\eta = 0,6$.

Расчёт светового потока группы люминесцентных ламп:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 150 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,6} = 3437,5 \text{ лм}, \quad (38)$$

где K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли (1,5);

Z – коэффициент неравномерности люминесцентных ламп (1,1).

Производим проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛБ}} - \Phi}{\Phi_{\text{ЛБ}}} \cdot 100\% \leq 20\%, \quad (39)$$

$$\frac{4250 - 3437,5}{4250} \cdot 100\% = 19,2\% \quad (40)$$

Необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона и удовлетворяет проверяемому условию.

4.3.2 Пожарная безопасность

Возникновение пожара на рабочем месте может быть обусловлено возгоранием неисправных проводов от компьютеров. Следовательно, для целей обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации компьютеров необходимо своевременно проводить обслуживающие, ремонтные и профилактические работы. К мерам пожарной профилактики относятся: использование исключительно исправного оборудования;– проведение периодических инструктажей по пожарной– безопасности; отключение электрооборудования, освещения и электропитания– по окончании работ; 92 содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном– состоянии. Для тушения пожара на рабочем месте должен быть огнетушитель типа ОУ-5, а также силовой щит, который позволяет мгновенно обесточить оборудование. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель ОП-5. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар огнетушителем, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации (Рисунок 30).

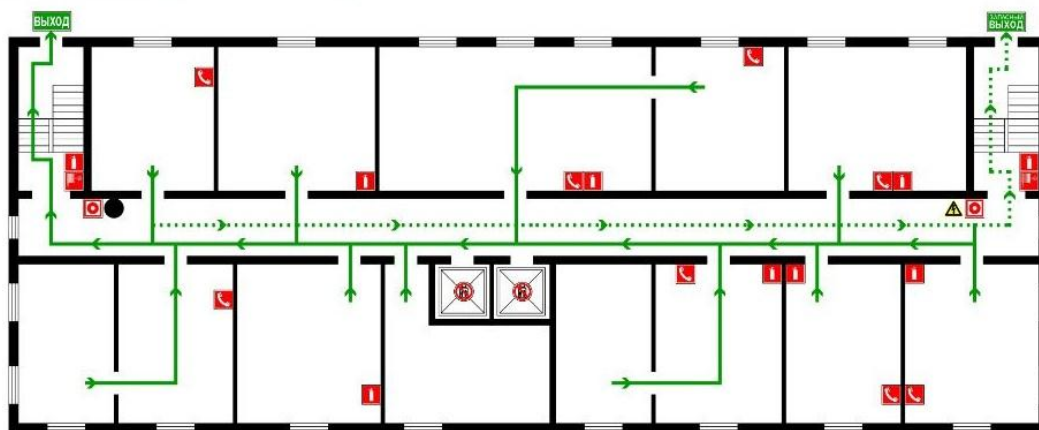


Рисунок 30 – План эвакуации

4.4 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность — допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

При выполнении данной работы отсутствует отрицательное воздействие на гидросферу и атмосферу. На данном рабочем месте выявлен предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, а именно воздействие на литосферу в результате образования отходов при поломке светильников и ламп.

Старая техника и офисная мебель, отправленные на свалку, являются одной из причин загрязнения окружающей среды.

Решением проблемы является процедура утилизации.

Сегодня утилизация техники и офисной мебели — это обязательная процедура для всех официально работающих предприятий и юридических лиц. И нарушение ее ведет к налоговой и административной ответственности. Необходимо позаботиться о раздельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. [38]

Организации, для сохранения окружающей среды, необходимо обращаться в утилизирующую компанию, которые имеются в каждом городе.

Процедура утилизации для организации заключается в выполнении следующих этапов:

1. Выявление ненужного или неисправного оборудования, которое подлежит утилизации.
2. Списание оборудования.
3. Формирование списка оборудования, передаваемого на утилизацию.
4. Подписание договора с утилизирующей компанией.

При переработке утилизирующая компания производит разбор техники. Определяет содержащиеся в ней компоненты и материалы, которые подлежат переработке в сырье для изготовления новой техники.

Все люминесцентные лампы содержат ртуть (в дозах от 1 до 70 мг), ядовитое вещество 1-го класса опасности. Эта доза может причинить вред здоровью, если лампа разбилась, и если постоянно подвергаться пагубному воздействию паров ртути, то они будут накапливаться в организме человека, нанося вред здоровью. Утилизация люминесцентных ламп, приборов и их элементов, содержащих ртуть, может происходить за счет демеркуризации ртути. Отходы первого класса опасности запрещено бросать, ударять, переворачивать (в упакованном виде), а также повреждать тару, в которой они находятся. В ящиках с ртутьсодержащими элементами не допускается размещение иных отходов.

Лампы в ящиках должны быть расположены плотно друг к другу, чтобы не биться в пути, и закрыты брезентовыми мешками, чтобы не намокнуть. Обычно лампы перевозят в крытых грузовиках. В пути водитель должен включить фары независимо от времени суток. Максимальная скорость передвижения по трассе - не более 60 километров в час, рассказывают на заводе.

Обезвреживание ламп происходит в вибро-механической установке. Устройство дробит их на мелкие кусочки и делит на три фракции: алюминиевые цоколи, стекло и опасное ртутьсодержащее вещество (люменофор). Это запатентованная разработка ученых предприятия.

Люменофор отделяется от стекла благодаря интенсивному трению осколков лампы друг о друга. Это один из самых простых способов утилизации.

Далее аппарат распределяет составляющие люминесцентных ламп по разным емкостям. После чего металл отправляют на заводы по переплавке, а люменофор, содержащий ртуть, транспортируют в герметичных бочках в

Краснодарский край на переработку. Битое стекло хоронят на полигонах твердых бытовых отходов.

Присутствие люминофора и ртути в люминесцентных лампах обязывает предприятия выделять дополнительные финансовые средства на особые условия по сбору и транспортировки отходов. [38]

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.5.1 Природный источник чрезвычайной ситуации

Природными источниками чрезвычайных ситуаций (ЧС) на рассматриваемом рабочем месте могут быть сильные морозы зимой.

В целях обеспечения устойчивой работы корпуса необходимо соблюдение следующих мер предосторожности:

1. Плотно закрыть окна, двери, чердачные люки и вентиляционные отверстия.
2. Подготовить двухсуточный запас воды и пищи, запасы медикаментов, средств автономного освещения (фонари, керосиновые лампы, свечи).
3. Принять меры по сохранению тепла и экономному расходованию продовольственных запасов.
4. Подготовить инструмент для уборки снега.
5. Выходить из здания в исключительных случаях.

Достижение критически низкого уровня температуры может повлечь за собой аварии на электросетях, теплосетях, водоканале и приостановку движения транспорта.

Для обеспечения бесперебойной работы производства, необходимо заказать и проконтролировать получение на склад:

1. бензо- или дизель электрогенератор;
2. газовые каталитические калориферы;
3. запас (минимум суточный) питьевой воды и технической;
4. теплый пассажирский транспорт с бесперебойным маршрутом.

4.5.2 Техногенный источник чрезвычайной ситуации

Техногенными источниками чрезвычайных ситуаций (ЧС) на рассматриваемом рабочем месте может быть несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место.

В целях предотвращения данного источника ЧС необходимо:

- оборудовать лабораторию системой видеонаблюдения;
- оборудовать лабораторию системой сигнализации;
- организовать круглосуточную охрану и пропускную систему;
- обеспечить надёжную систему связи.

4.6 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ [39] каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда;

- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

В ходе выполнения данного раздела был проведен анализ опасных и вредных производственных факторов при проведении сертификационных испытаний, Анализ возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при выполнении практической части данной научно-исследовательской работы. Произведён расчёт освещения на рабочем месте. Также были рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства.

Все мероприятия по безопасности и охране труда разработаны в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами и ГОСТами РФ. Условия труда для работников лаборатории соответствуют всем нормам.

Заключение

Для написания магистерской диссертации был проведен анализ научной литературы, руководящих документов системы добровольной сертификации «Электронсерт» и «Федеральной системы сертификации ракетно-космической техники» и комплекса государственных стандартов в области испытаний и измерений. На основе изученных материалов рассмотрены понятия внешних воздействующих факторов и сертификационных испытаний.

В ходе выпускной квалификационной работы, объектом исследования которой является ЭКБ ИП, была разработана и согласована в установленном порядке «Программа и методики сертификационных испытаний электронной компонентной базы иностранного производства для комплектации аппаратуры с длительным сроком активного существования» (Приложение А). Для проведения испытаний была разработана и внедрена испытательная оснастка обеспечивающая выполнение требования к методам испытаний.

Для определения соответствия технических параметров и эксплуатационных характеристик требованиям, установленным к аппаратуре с длительным САС, были проведены сертификационные испытания пленочных конденсаторов РМ 907 ф. Eurofarad. После проведения сертификационных испытаний были обработаны результаты и проведен анализ. По результатам испытаний был оформлен Протокол проведения сертификационных испытаний (Приложение Б) который является официальным документом, служащим основанием для выдачи сертификата соответствия.

В данной работе, помимо технической стороны, были рассмотрены финансовая и социальная стороны разрабатываемой методики.

Определили финансовую эффективность и ресурсоэффективность.

При анализе финансовой эффективности и ресурсоэффективности оказалось, что проведение сертификационных испытаний обладает высоким коммерческим и инновационным потенциалом. СИ ЭКБ ИП можно считать выгодным и экономически целесообразным.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ выявленных вредных и опасных факторов производственной среды, затронуты вопросы охраны окружающей среды, рассмотрены защита при возникновении чрезвычайных ситуаций, правовые и организационные вопросы обеспечения.

Список использованных источников

1 Федеральный закон от 27.12.02 г. № 184-ФЗ "О техническом регулировании".

2 Белоус А.И. Космическая электроника. В 2 т. Т. 1 / А.И. Белоус, В.А. Солодуха, С.В. Шведов. - М.: Техносфера, 2015. - 696 с.

3 Вернов С.Н., Вакулов П.В., Логачев Ю.И. Радиационные пояса Земли. В кн.: Успехи СССР в исследовании космического пространства. Первое космические десятилетия. 1957-1967. М.: Наука, 1968. - с. 106-148.

4 Федосов В. В., Патраев В. Е. Повышение надежности радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов при применении электрорадиоизделий, прошедших дополнительные отбраковочные испытания в специализированных испытательных технических центрах // Авиакосмическое приборостроение. 2006. № 10. С. 50—55.

5 Малинский В.Д. и др. Испытания радиоаппаратуры – М.: Энергия, 1965г.

6 ГОСТ Р 8.568-2017 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

7 ГОСТ РВ 0008-002-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции. Организация и порядок проведения.

8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/metody-obespecheniya-nadezhnosti-bortovoy-apparatury-kosmicheskikh-apparatov-dlitelnogo-funktsionirovaniya>, свободный (дата обращения 20.04.2020).

9 Малинский В.Д., Бегларян В.Х., Дубицкий Л.Г. Испытания аппаратуры и средств измерений на воздействие внешних факторов. - М.: Машиностроение, 1993, 573 с.

10 Попов А.Д. Проблемы испытаний электронной компонентной базы космического применения. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики Т. 1, № 11. 2015. С. 365—367.

11 Артемьев Б.Г., Юрин А.И.. Основы сертификации. – М.: МИЭМ, 2011.

12 Сергеев А.Г. Латышев М.В. Сертификация. – М.: Логос, 1999. – 248 с., ил.

13 Игнатов, А.Н. Классическая электроника и наноэлектроника / А.Н. Игнатов, Н.Е. Фадеев, В.Л. Савиных. - М.: Флинта, 2009. - 728 с

14 ГОСТ Р 51000.4 - 96 "Система аккредитации в Российской Федерации. Общие требования к аккредитации испытательных лабораторий".

15 Официальный сайт ф. Eurofarad [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://exxelia.com/us/product/detail/281/pm-907-r1-r2> свободный (дата обращения 28.04.2019).

16 ГОСТ РВ 20.57.416-98. Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы испытаний

17 Дружинин Г.В. Методы оценки и прогнозирования качества. – М.: Радио и связь, 1982. – 160с., ил.

18 Илюшкин В.А. Основы проектирования электронных устройств: Учебное пособие. В 2-х разделах. – Томск: ТУСУР, 2012. – Раздел 1. - 192 с.

19 Левин Б.Р. Теория надежности радиотехнических систем, М, Сов. Радио, 1978 г.

20 ГОСТ РВ 20.57.414-97 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы оценки соответствия требованиям к надежности.

21 ГОСТ 28885-90 Конденсаторы. Методы измерений и испытаний.

22 Галкин В.И. Промышленная электроника и микроэлектроника. / В.И. Галкин. - М.: Высшая школа, 2006. - 350 с.

23 Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики – М.; Сов. Радио, 1975г

24 Глудкин О.П. Методы и устройства испытаний. – М.: Высшая школа, 1991. – 336 с., ил.

25 Рентгеновские аппараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ncontrol.ru/catalog/rentgenovskiy_kontrol/rentgenovskie_apparaty, свободный (дата обращения 28.04.2020).

26 ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

27 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

28 ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

29 ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

30 ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

31 СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

32 ГОСТ 12.1.003 – 2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

33 СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

34 СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки

35 ГОСТ 12.4.011-75 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Классификация.

36 СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ). Санитарные правила и нормы

37 ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

- 38 Охрана окружающей среды: Учеб. Пособие для студентов вузов /
Под ред. Белова С.В. – М.: Высш. Школа, 1983. – 264 с.
- 39 Постановление Правительства РФ от 4 апреля 2003г. №197.

Приложение Г

(справочное)

Certification tests of foreign-made electronic components

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM82	Молчанов Петр Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Руководитель ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ИШНКБ

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кудряшова А.В.			

1.5 Composition and sequence of certification tests

Before conducting certification tests on a sample, all delivered batches of foreign-made electronic components are subject to 100% input control and additional tests and must pass with positive results. Part of the additional testing includes burn-in testing and diagnostic non-destructive testing. The input control and additional tests are aimed at improving the quality of delivered batches of foreign-made electronic components by identifying and rejecting products with obvious or hidden defects. For monitoring and testing of specific types of foreign-made electronic components, route lists are formed in the test center that determine the procedure for performing all operations of input control, rejection tests and diagnostic non-destructive testing. For the control and testing of electronic components of foreign production, use methods standardized in GOST, or methods agreed in accordance with the established procedure. When setting the criteria for rejection of products based on the results of monitoring parameters and characteristics, the standards set in the technical specifications for specific types of electronic components of foreign production are used. The acceptable rejection rate is no more than 5%. If the acceptable rejection rate is exceeded, the batch is completely rejected. In the case of input control and additional tests, the failure of one product is not a reason for rejecting the batch. In this case, the product failure analysis is performed and a separate batch decision is made based on its results. The decision to use the batch in the equipment is made by the equipment developer based on the recommendations of the test center. When conducting input control and additional tests, measurement and control tools and test equipment are used that have technical characteristics that meet the requirements specified in the documentation for the electronic component of foreign production, and provide verification of the required shelf life parameters in the required modes and the specified measurement error, authorized (certified) in accordance with the established procedure. Foreign-made electronic components that have passed the entrance control and additional tests in full with positive results are marked with a distinctive marking in accordance with the test program. Based on the results of the

input control and additional tests, a conclusion is issued indicating that the electronic components of foreign production comply with the program and methodology of certification tests. [1]

Certification tests are divided into the following stages:

1. Preparatory stage;
2. Input control of foreign-made electronic components;
3. Additional testing of foreign-made electronic components;
4. Certification tests of foreign-made electronic components on a sample;
5. Processing the results of certification tests.

The preparatory stage includes the following task:

- study of regulatory and technical documentation of foreign manufacturers of electronic components;
- development and manufacture of measuring and testing equipment;
- development of software for programming complex functional electronic components of foreign production;
- development of software for connecting complex functional electronic components of foreign production with the measuring complex.

Input control of foreign-made electronic components includes the following:

- checking overall and installation dimensions;
- control of appearance and marking;
- measurement of static and dynamic parameters;
- monitoring of operation at maximum operating frequencies.

Additional tests of foreign-made electronic components include the following:

- thermal cycle testing (5-10 cycles);
- the 168 hour burn – in tests;
- leak control;
- destructive physical analysis (on a sample);
- control of the presence of free particles.

Certification tests of foreign-made electronic components on a sample include:

a) tests for mechanical effects.

– determination of structural and technological reserves to the impact of single-action mechanical shocks;

– determination of structural and technological reserves to the effect of linear acceleration;

– checking for the absence of critical frequencies in the specified range;

– mechanical impacts of the repeated action;

– mechanical impacts of a single exposure;

– broad-band random vibration;

– sinusoidal vibration;

– acoustic noise;

– linear acceleration;

– determination of resonant frequencies;

b) tests for climate impacts.

– high and low temperature;

– temperature change (thermal cycles);

– increased productivity;

– low atmospheric pressure.

c) tests for reliability and safety.

– development of accelerated testing methods for each type of foreign-made electronic components;

– development and manufacture of switching and load boards for the formation of the required electrical loads and modes;

– development for the functioning of products during testing;

– accelerated testing for 1500 – 4000 hour in a heat chamber;

– calculation based on experimental data of failure-free operation and retention for a given time.

d) tests for special effects.

- development of testing programs for each type of foreign-made electronic components;
- development and manufacturing of DPJ equipment for remote mode setting and parameter control;
- tests for the effects of various types of ionizing radiation, including space factors.

Processing the results of certification tests includes:

- preparation of test reports;
- issuing conclusions on the possibility of using a batch of foreign-made electronic components in the equipment.

Electronic components of foreign production and domestic production are classified into quality categories in accordance with figure 1. The criteria for determining the quality category for electronic components of foreign production are given in GOST R 56649.

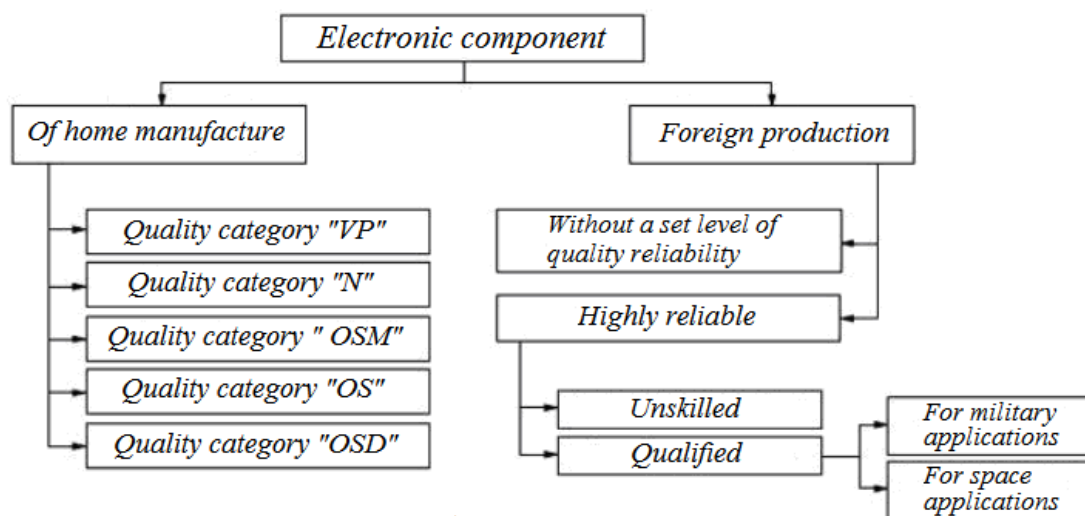


Figure 1 – Classification of electronic components by quality categories

During the entrance control and additional tests, you should observe the protection measures against static electricity in accordance with the regulatory and technical documentation of the manufacturer of electronic components of foreign production and domestic production and other regulatory documents. Test equipment, test equipment, and measuring instruments must provide the possibility of carrying out functional control of electronic components of foreign production

and domestic production, the volume of which is determined based on the functional purpose of the electronic component and specified in the appropriate test program. [2, 3]

2.2.8 Fail-safe Test

To confirm the stability of PM907 series capacitors to the reliability requirements, accelerated reliability tests must be performed. In the course of the research work was developed a method of testing of electronic component of foreign production reliability.

The sample for short-term reliability tests was $n=3$ pieces (acceptance number $C=0$), completed in accordance with the requirements of GOST RV 20.57.413. When determining the sample volumes, the purpose of the product, the required level and achieved reliability indicators of analog products, the cost of testing, and the degree of complexity of the test equipment, the quality category and the frequency of testing were taken into account. [4]

The tests were carried out in the maximum permissible electrical mode and the maximum permissible temperature set in the technical specification, standards and certification testing program.

Accelerated reliability tests were performed on a separate sample at the maximum permissible operating temperature of the environment on the electronic component of foreign production specified in the accompanying documentation, but no more than 125 °C. The average integral temperature for the service life is 20 °C,

The tests were carried out during the time specified in table 1, at the maximum permissible ambient temperature in accordance with table 2.

Table 1 – Tests duration

The group of electronic components	Test method	Characteristic test conditions	Cypher document
Film capacitors of the PM907	GOST RV 20.57.414-97	2000 h.	Datasheet

Table 2– Thermal modes

The group of electronic components	Temperature according to document	Operating Temperature	Testing Temperature
Film capacitors of the PM907	125 °C	85 °C	125 °C

Before, during and after the tests, the expiration date parameter electronic component of foreign production was monitored. The parameters were measured under normal climatic conditions, in accordance with GOST RV 20.57.416-98, before the tests, after 250, 500, 1000 hours and after the tests were completed. [5, 6, 7] Mode of the electronic component of foreign production in accordance with the test schemes for a specific type of terminal in accordance with figure 2. the expiration date parameter and measurement modes of parameters are shown in table 3.

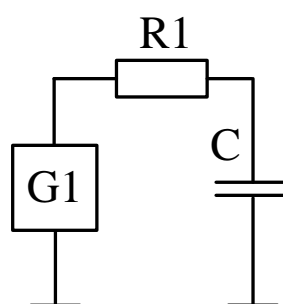


Figure 2 – Functional diagram of switching on PM907 capacitors

C-PM907, R1-1 kOm \pm 5%;

G1-source of alternating sinusoidal voltage (the voltage level is set according to the type of the capacitor).

Table 3 – Expiration date parameter and modes for measuring parameters of the PM907-100 μ F \pm 20%-170V capacitor

№	Controlled parameter	Norm	Measurement mode
1	Capacity, μ F	80-120	f =1 kGz; T =20 \pm 5 °C
2	Loss angle tangent, tan δ	\leq 0,01	f =1 kGz; T =20 \pm 5 °C
3	Insulation resistance Riz, MOm	\geq 25	U = 100 V; t = 1 min.

The results of tests for fault-free operation and measurements expiration date parameter of the electronic component of foreign production are entered in the test report.

The product is considered to have passed the test if there was no failure during the test, i.e. there was no mechanical damage leading to loss of performance, and the parameter values correspond to the norms established in the technical specification, standards and certification testing program on the electronic component of foreign production for this type of test.

To conduct accelerated tests for reliability, a K-3101-01 climate chamber was used (figure 3), which provided test modes. [8, 9]



Figure 3 – Appearance of the climate chamber

Table 4 – Technical characteristics of the climate chamber K-3101-01 company “ILKA”

Technical parameters	Values
External dimensions, mm	2160 X 1850 X 1450
Useful volume, l	630
Dimensions of the test volume, mm	900 X 850 X 880
Scope of temperature, °C	from -70 to 90
Weight, kg	1450
Electrical power supply, V	380

The evaluation of the results of accelerated tests of electronic component of foreign production on reliability was carried out on the basis of the method of calculation and experimental evaluation of reliability indicators of electronic component of foreign production.

Evaluation of the failure rate of the product during operation based on the results of accelerated failure tests is carried out in accordance with GOST RV 20.57.414-97. [4]

The acceleration coefficient is calculated using the formula:

$$K_y = e^{\frac{-E_a}{k} \left(\frac{1}{T_i + 273} - \frac{1}{T_e + 273} \right)} \quad (1)$$

where k - the Boltzmann constant ($8,61733 \cdot 10^{-5}$ eV•K);

E_a – activation energy, eV;

T_i – temperature of electronic components in tests, K;

T_e – temperature of electronic components in the operation, K.

Table 5 – Coefficient of acceleration

The group of electronic components	Acceleration factor, K_y	Activation energy, E_a , eV
Film capacitors of the PM907	3,13	0,35

Failure rate λ_{ϑ} based on the results of reliability tests is calculated for each electronic components separately according to the formula:

$$\lambda_{\vartheta} = \frac{D_p(d, P)}{n \cdot t \cdot K_y} \quad (2)$$

where $D_p(d, P)$ – a table value (table B2 GOST RV 20.57.414-97) depending on the number of failures d and confidence probability P , equal to the quantile χ^2 of the distribution for the probability level and the number of failures (0.92);
 n – sample size for failure-free tests, pieces;
 t – time of failure-free testing, hour;
 K_y – coefficient of test acceleration.

Failure rate based on the results of failure-free tests $\lambda_{\vartheta} = 5.252 \cdot 10^{-6}$.

The gamma-percent time to failure of the Ty is calculated using the following formula:

$$T_{\gamma} = \lambda_{\vartheta}^{-1} \left(-\ln \left(\frac{\gamma}{100} \right) \right), \quad (3)$$

Gamma-percentage time to failure $T_{\gamma} = 1.066 \cdot 10^6$.

The estimated value of the probability of failure-free operation (VBR) of the product during the specified service life under the specified conditions is calculated for each electronic components separately according to the following formula:

$$P_{\vartheta} = \exp(-\lambda_{\vartheta} \cdot T_{\gamma}), \quad (4)$$

where T_{γ} – gamma is the percentage time to failure.

Estimated probability of failure $P_{\vartheta} = 3.7 \cdot 10^{-3}$. [10]

2.2.9 X-Ray inspection

X-ray radiation is electromagnetic ionizing radiation that occupies the spectral region between gamma and ultraviolet radiation within the range of wavelengths from 10^{-4} to 10^3 angstroms (from 10^{-12} to 10^{-5} cm.).

The most effective measures in conducting research to determine the presence or absence of signs of counterfeit origin of electronic component are checking electronic component for radiographic studies, which are non-destructive. This method allows you to create a three-dimensional image of the object under study with the possibility of layer-by-layer analysis of its internal structure, which allows you to identify hidden electronic component defects.

The company purchased the Micromex 180 x-ray inspection System (figure 4).



Figure 4 – Micromex 180 x-ray inspection System

This setting allows you to reveal many not visually detectable defects of electronic components:

- the presence of damage to the welded joints;
- closure and convergence with other elements of the structure and their incorrect location;
- the presence of hidden cracks in the housing material and in the crystal;
- delamination (voids) in the weld;
- the presence of a foreign floating (fixed) to the material inside the case;
- tears (destruction). show all conductors;
- voids in the solder / glue on which the crystal is mounted;
- deflection of the welding conductors and their intersection.

This method also allows you to identify inconsistencies in the internal design of the electronic components case in one or more batches (different design of internal elements of chips, different sizes of crystals, different types of crystal holders (substrates) and traverse of external terminals).

When performing non-destructive x-ray inspection, the test sample is placed between the radiation source (x-ray tube) and the detector. Viewing at an angle is provided either by an inclined table or by the tilt of the detector. The second option is preferable, since it allows you to maintain a large magnification when monitoring at an angle (figure 5).

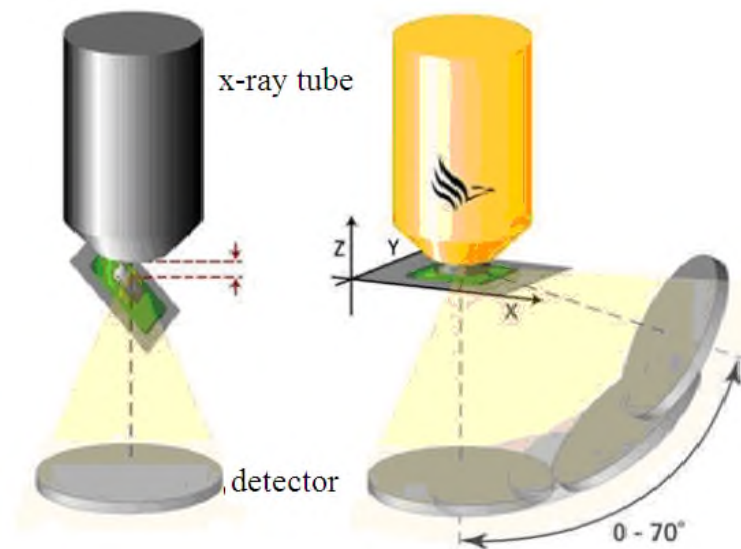


Figure 5 – Implementation options for viewing an object at an angle

The use of x-ray radiation for non-destructive testing is possible due to different attenuation of x-rays by different materials or by the same material of different thickness. [11, 12] X-ray images of PM907 film capacitors are shown in figures 6, 7 and 8.



Figure 6 – X-ray of the PM907 film capacitor under serialization no. 1



Figure 7 – X-ray of the PM907 film capacitor under serialization no. 2

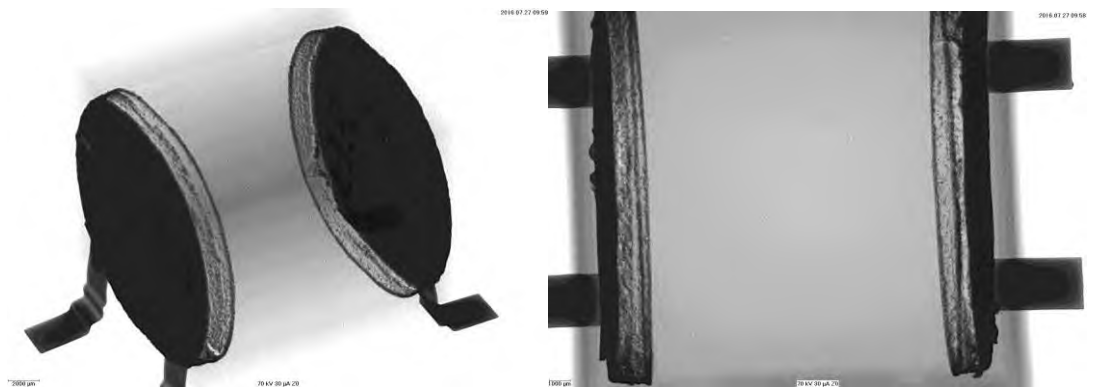


Figure 8 – X-ray of the PM907 film capacitor under serialization no. 3

References:

- 1 Artemyev B. G., Yurin A. I. Fundamentals of certification. - Moscow: MIEM, 2011.
- 2 Sergeev A. G. Latyshev M. V. Certification. - Moscow: Logos, 1999. - 248 p.
- 3 Ignatov, A. N. Classical electronics and nanoelectronics / A. N. Ignatov, N. E. Fadeev, V. L. Savinykh. - Moscow: flint, 2009. - 728 p.
- 4 GOST RV 20.57.414-97 Comprehensive quality control system. Electronic equipment, quantum electronics, and military electrical products. Methods for assessing compliance with reliability requirements.
- 5 GOST RV 20.57.416-98. Comprehensive quality control system. Electronic equipment, quantum electronics, and military electrical products. Test method
- 6 MIL-STD-883 Test method standard Microcircuits.
- 7 MIL-STD-750 Test method standard for semiconductor devices.
- 8 GOST 28885-90 Capacitors. Measurement and testing methods.
- 9 Galkin V. I. Industrial electronics and microelectronics. / V. I. Galkin. - Moscow: Higher school, 2006. - 350 p.
- 10 Kozlov B. A., Ushakov I. A. Handbook for calculating the reliability of Radioelectronics and automation equipment-M.; Sov. Radio, 1975
- 11 Belous A. I. Space electronics. In 2 t. T. 1 / A. I. Belous, V. A. Solodukha, S. V. Shvedov. - M.: Technosphere, 2015. - 696 p.
- 12 Zhavoronkov, M. A. electrical Engineering and electronics: Textbook for students. higher prof. education / M. A. Zhavoronkov, A.V. Kuzin. - Moscow: IC Academy, 2013. - 400 p.